



TITLE:

超音波Aスコープ方式による脳腫瘍の診断:組織学的鑑別診断の為の基礎的並びに臨床的研究

AUTHOR(S):

雪下, 国雄

CITATION:

雪下, 国雄. 超音波Aスコープ方式による脳腫瘍の診断:組織学的鑑別診断の為の基礎的並びに臨床的研究. 日本外科宝函 1968, 37(1): 124-160

ISSUE DATE:

1968-01-01

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/207439>

RIGHT:

超音波 A スコープ方式による脳腫瘍の診断

—組織学的鑑別診断の為の基礎的並びに臨床的研究—

順天堂大学外科学第二講座（指導：田中憲二教授）

雪 下 国 雄

〔原稿受付：昭和42年10月2日〕

Ultrasonic diagnosis of brain tumor

by

KUNIO YUKISHITA

From the Department of Surgery, Juntendo University School of Medicine

(Director : Prof. Dr. KENJI TANAKA)

The clinical values of ultrasonics for the diagnosis of the brain tumors, especially for clarifying the nature of the tumors by means of A-scope indication, is presented.

In the diagnosis of the brain tumors through intact skull using A-scope method, three fundamental factors have been emphasized as follows :

- (1) Shift of the third ventricle echo
- (2) Detection of the intracranial tumor echo
- (3) Increase or decrease of the ultrasonic attenuation

In order to differentiate the tumor structure, further analysis of echo patterns of each brain tumor has to be studied. Therefore, the reflection rate and acoustic attenuation of those tumor were measured.

They were supposed to have direct relation with the tumor echo. The reflection rate of sound pressure (R), which was directly concerned with the echo length on a cathode ray oscilloscope was shown as follows ;

$$R = \left(\frac{\rho_1 C_1 - \rho_2 C_2}{\rho_1 C_1 + \rho_2 C_2} \right)$$

In order to examine the reflection rate of the brain tumor and surrounding tissue, formalin fixed materials were used, for it was very difficult to examine the fresh soft tumors and surrounding tissue. An experiment was carried out to know the difference of acoustic characteristics between fresh and formalin fixed specimen, and, by this facts, the reflection rate in the fresh materials could sufficiently be estimated as compared with the results of the materials fixed in formalin. According to the reflection rate of 62 cases of brain tumor, one might reasonably assess that the meningioma and craniopharyngioma were found to be high in reflection rate.

On the contrary, the astrocytoma and other kinds of glioma were found not so high

in the reflection rate. Namely, the echo pattern of the brain tumors varies according to their pathological structures.

As another basic experiment, the author measured the ultrasonic attenuation in various kinds of brain tumor to analyze their echo patterns. At first, the author measured the change of ultrasonic attenuation of formalin fixed materials with 5 megacycle.

It was evident in this measurement that acoustic attenuation of the brain tissue either fresh or fixed in formalin was scarcely changed. Then, the author measured the ultrasonic attenuation of the specimens fixed in formalin only.

To measure the ultrasonic attenuation in brain tissue, the author employed the ultrasonic pulse technique with transmission method, and a new equipment was manufactured for this purpose.

From the results obtained by measuring 64 cases of brain tumors, a remarkable increase in the ultrasonic attenuation was seen in the meningioma, medulloblastoma, craniopharyngioma, and metastatic tumors; on the contrary the ultrasonic attenuation in the astrocytoma, glioblastoma, oligodendroglioma, and pituitary adenoma was decreased compared with the surrounding brain tissue. By those facts, the different tumors had different ultrasonic attenuations, and it meant the acoustic characteristics of the tumor might depend on the structures of the tumor tissue. Of course, I know there are many arguments on the mechanism of the ultrasonic attenuation in the living tissue.

In the present experiments, the brain tumor with high cellular density showed greater ultrasonic attenuation than those with low cellular density. On the other hand, the ultrasonic attenuation increased in the brain tumors with hemorrhage or calcification, but decreased in the cystic tumors.

From these basic investigations, the author classified theoretically brain tumor echoes those by acoustic characteristics — namely, reflection rate and acoustic attenuation — into Type-M and Type-A echoes. Type-M echo which should be detected from the brain tumors of high reflection rate, such as meningioma and craniopharyngioma, was formed with continuous spike with definite peaks at the tumor borders. Type-A echo which should be detected from the tumors of low reflection rate such as astrocytoma and other gliomas, showed irregular undulation of the base line without definite echoes at the borders of the tumor.

Type-M echoes were indeed detected clinically in cases of meningioma, metastatic tumors, craniopharyngioma, acoustic neurinoma, and pituitary adenoma. Type-A echoes showed in cases of glioblastoma, astrocytoma, oligodendroglioma, and medulloblastoma.

In conclusion, the detailed analysis of the tumor echo pattern enables us even to make structural diagnosis of the brain tumors.

目 次

I 緒 言

II 脳腫瘍の音響学的特異性

II-1 生体組織における音響学的基礎

II-1-(1) 生体組織内での反射

II-1-(2) 生体組織内における超音波減衰

II-2 脳腫瘍組織について

II-2-(1) 脳腫瘍組織の音速, 密度, 固有音響イン

ピーダンス, 反射率について,

II-2-(2) 脳腫瘍組織の超音波減衰

III 脳腫瘍エコーの分析と臨床への応用

III-1 反射率と超音波減衰値の脳腫瘍エコーパターンに及ぼす影響 (基本型として, A型エコー M型エコーの提唱)

III-2 脳腫瘍エコーの臨床的分類並びに, 組織学的

鑑別診断への応用

IV 臨床診断の実際(症例を中心として)

IV-1 診断の進め方の実例

IV-2 臨床例について

IV-2-(1) 大脳半球表層の腫瘍

IV-2-(2) 大脳半球深部, 特に第3脳室周辺の腫瘍

IV-2-(3) 後頭蓋窩の腫瘍

IV-2-(4) 術中診断の意義

IV-2-(5) 術後への応用

V 総括並びに考察

VI 結 語

VII 文 献

I 緒 言

超音波による頭蓋内疾患の診断は, 1942年 Dussik, K. T.^{1)~3)} の透過法による実験に端を発し, 後には, Ballantine, H. T.⁴⁾ Hueter, T. F.⁵⁾ 等により追試を重ねられたが頭蓋骨の減衰が極めて大きいことが妨げとなつて広く臨床的に応用される迄にはいたらなかつた。

1951年, 田中, 菊地, 内田, 和賀井等により超音波パルス法Aスコープ方式による脳腫瘍の診断が研究報告されて以来, 超音波の医学的应用は目覚ましい発展をとげ今日の隆盛をまねくにいたつた⁶⁾²⁰⁾。

中でも, 脳腫瘍の診断については, 1964年伊藤²¹⁾²²⁾ は, 111例の症例につき検討し, 80例即ち72%は, 局在診断が可能であつたと報告した。

超音波による頭蓋内診断の最大の利点は, 被検者に何等の苦痛をも与えることなく, 簡単に, しかも反復検査が可能であることにあるが, この利点を更に有効

なものとする為には, 単なる局在診断にとどまらず, 頭皮上より腫瘍の性状, 更には, 組織診断をも可能とし, 治療方針の決定, 手術法の選定, 予後の判定に役立てることこそ重要な課題である。

超音波による脳腫瘍の局在診断の基準としては, (Fig. 1)

- ① 腫瘍の圧迫により起る第3脳室エコーの偏位
- ② 腫瘍エコーの検出
- ③ 腫瘍組織中での超音波減衰値の変動

の三点にあるが, 腫瘍の性状及び組織診断を可能にする為には, 単に腫瘍エコーの検出にとどまらず, エコーを詳細に分析することも必要である。

著者は, その基礎ともなる腫瘍エコーの発生及び波型に直接影響を及ぼす超音波の反射率と減衰につき検索し, 腫瘍エコーを分類することにより脳腫瘍の性状, 更には組織診断の可能性につき検討を加えたので報告する。

II 脳腫瘍の音響学的特異性

II-1 生体内に於ける音響学的基礎

生体内を超音波が通過する際に, 球面波であるが為に拡散して弱められたり(拡散損失), 音響的に異なるものの境界で反射したり(反射損失), 微細構造により散乱したり(散乱損失), 媒質内で吸収されたり(吸収損失)しながら次第にそのエネルギーが弱められる。これらの諸現象のうち, 反射, 散乱, 吸収のいわゆる大きな意味の超音波減衰は組織の種類, 構造の違い等により差があり, 又組織の含水量, 循環血液量の変動によつても一部は影響される。この事実が生体組織の病態を解明するのに役立つ超音波診断の基礎をなすものである。

II-1-(1) 生体組織内での反射

Aスコープ方式による超音波診断に際して確定的な診断の根拠となるものは反射エコーの検出にあるが, この反射エコーの発生には組織の反射率が重要な因子である。腫瘍組織の反射率は, 明確な境界を示していても不整型で凸凹が著しかつたり, 浸潤性に拡がつて

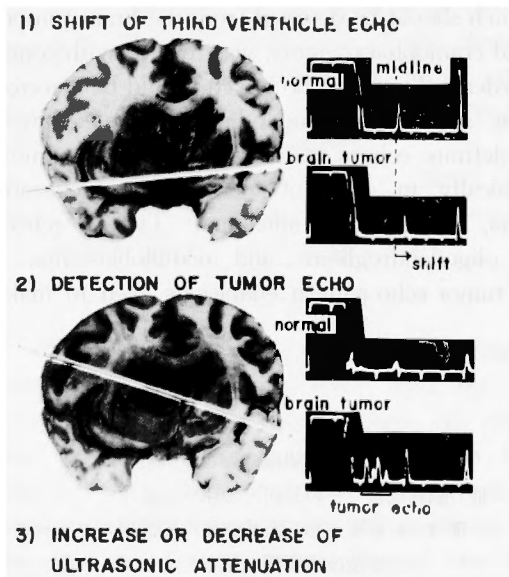


Fig. 1 Diagnosis of Brain Tumor by Ultrasound
-Three Fundamental Facts-

いる腫瘍では、徐々に腫瘍組織より正常組織に移行しはつきりした反射面を持たなかつたりして、単純に計測された反射率のみで判定する訳にはいかないが、この事実がむしろ、反射波形の分析により目的とする組織の境界の状態をも推測せしめ組織の鑑別診断に役立つている。

II-1-(2) 生体組織に於ける超音波減衰

超音波診断に際し、反射エコーの検出が定性的意味を持つに対し、超音波の組織内での減衰は定量的意味を持つといえよう。

生体組織に於ける超音波減衰に関しては、石川²³⁾の詳細な報告にもあるが、既述の如く、拡散、反射、散乱、吸収等の諸現象があり複雑である。測定にあたり、単位はデシベル (dB)/cm が用いられる。これは1 cmの距離を超音波が通過するのに何デシベル音が弱められたかを示すものである。また、neper/cmの単位が使用されることもあるが、dB/cmとの関係は次式のごとくである。

$$\text{dB/cm} = 8.686 \times \text{neper/cm}$$

生体組織の超音波減衰に関する研究は、Pohlman²⁴⁾ (1939年)により、特に筋肉組織、脂肪について精査され、又超音波減衰値は振動数にほぼ比例して増加することが明らかにされた。従つて生体組織では超音波減衰値 (a) を振動数 (f) で割つた値 (a/f) が、振動数によらず、組織の種類により、ほぼ一定になるものが多い (Tab. 1)。しかし、ひとたび、種々の病変、即ち、炎症、変性、腫瘍等が発生すると、人体の同一

組織であつても著しく超音波減衰値が変動する。即ち、子宮組織を例にとると筋腫では正常子宮組織に比し軽度の減衰値の増加を示すに対し、子宮癌組織では著しい高値を示してくる (Tab. 2) (Tab. 3)。一方、乳腺組織についてみても、いわゆる乳腺症と呼ばれるものは、ほぼ正常値の2倍程度の減衰値の増加を示すにすぎないが、乳癌組織では8~10倍もの著明な増加を示している。かくのごとく、生体組織の超音波減衰値は組織の種類により異なることは云うまでもなく、更に同一組織でも、病的変化、含水量・循環血液量の変動等によつて微妙に影響され、特に組織の悪性化がおこると構造が不均一となり、音響的にも性質の著しく異なるものが混入することになり、減衰を著しく増大させる原因となると考えられる。この事実は、生体での超音波診断の有力な手がかりとなり、更に、脳腫瘍診断に際しても、その可能性を示唆する一つの大きな根拠になると思われる。

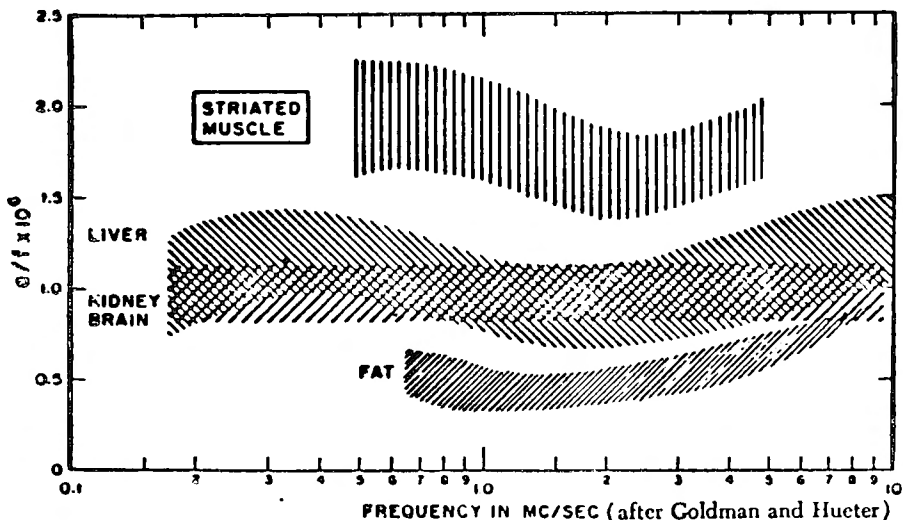
II-2 脳腫瘍組織について

II-2-(1) 脳腫瘍組織の音速 (c)、密度 (ρ)、固有音響インピーダンス (ρc)、反射率 (R) について。

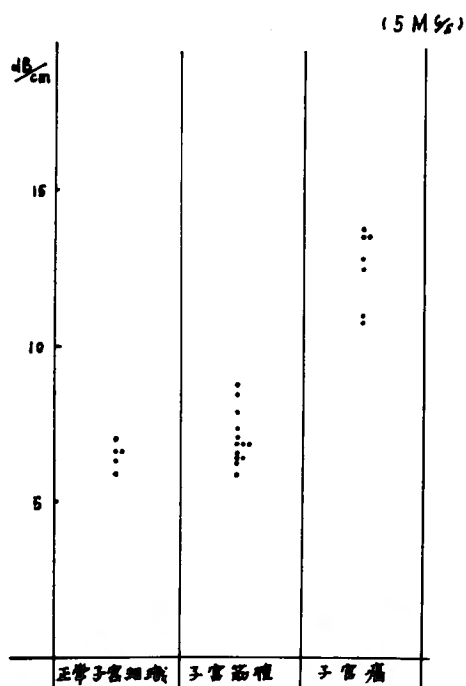
脳腫瘍の存在を、超音波診断器により、腫瘍エコーとして検出され得るかどうかを推測するには、脳腫瘍組織が周辺組織と音響的に差異を示しているかどうかを検討しなければならない。従つて、音速の測定が必要である。

測定法には、種々の方法があるが、脳組織の特異性を考え次の方法を採用した。

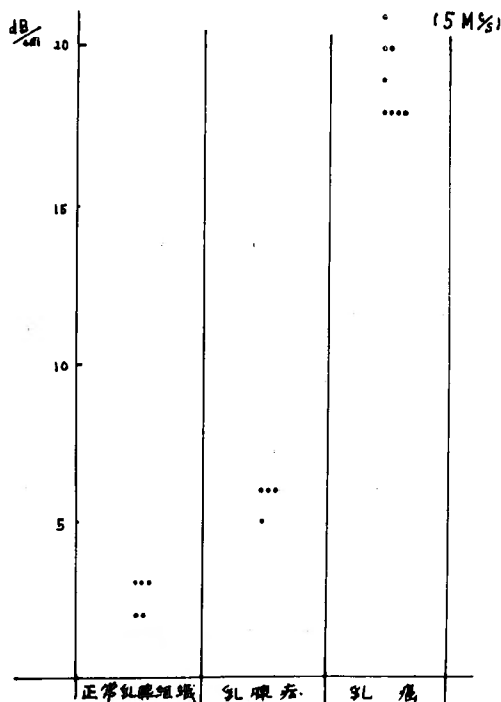
Tab. 1



Tab. 2 生体組織の超音波減衰 (子宮組織)



Tab. 3 生体組織の超音波減衰 (乳腺組織)



密度の測定は硫酸銅法により求め、音速は、Fig. 2 に示す装置を用い、測定しようとする組織を直接振動子間にはさみ、脱気水中で反射法により得られたエコー迄の距離 (a) と振動子その他の装置を動かすことなく同一距離に於ける脱気水を通して得られたエコー迄の距離 (b) との比より、脱気水中での音速 (C_t) との積から、組織中での音速 (C) を求めることができるのである。即ち組織中の音速 (C) は次式で示される。

$$C = \frac{b}{a} \times C_t$$

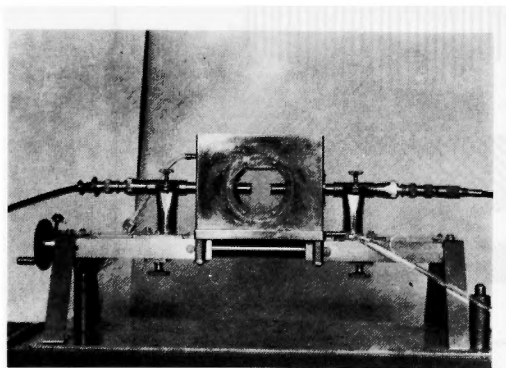


Fig. 2 音速測定に使用した標本固定装置

実測に際しては、送受信器は SSD-2型 (JRC) を用い、自動電圧安定装置 (山水製) により電圧の変動による測定値の動揺を防止し、振動子は 5 MC/S, 10 μ , 水晶振動子 (JRC) を用いた。測定誤差を少なくする為に測定は常に 15°C の脱気水中で行ない、検出されたブラウン管上の反射エコーはレ線フィルムにて撮影し、直接波の立上りから反射エコーの立上りまでの距離を精度 1/100mm の測定顕微鏡を用い測定した。

測定は、各種脳腫瘍62例と、その各々の周辺脳組織について実施した。別表1はその測定値を示したものである。音響インピーダンス (Z) は密度と音速の積 (ρC) により求め、反射率はこの場合、直接ブラウン管上のエコーの大きさに関係ある音圧の反射率 (R) を百分率により算出した。

$$R = \left(\frac{Z_1 - Z_2}{Z_1 + Z_2} \right) \times 100$$

理想的には、生体のまま脳腫瘍組織とその周辺脳組織の音速、密度につき測定すべきであるが、① Meningioma, Acoustic Neurinoma 等の如き solid の腫瘍をのぞいて Glioma の如き脳腫瘍並びに腫瘍周辺の脳組織は豆腐の様にやわらかく一定の形態を保持することが出来ず、距離の測定が困難であること。② 生

別 表 1

氏 名	年 令	性	腫瘍の組織診断	密度 (ρ) (g/cm ³)		音 速 (C) (cm/sec) T = 15°C		音響インピーダンス ($\gamma = \rho C$) (g/cm ² ・sec)		反射率 (R) $\left(\frac{z_1 - z_2}{z_1 + z_2}\right) \times 100$
				腫瘍組織	周辺組織	腫瘍組織	周辺組織	腫瘍組織	周辺組織	
H. I.	42	♀	Meningioma	1.052	1.040	1.508×10^5	1.514×10^5	0.159×10^6	0.157×10^6	0.63
K. T.	44	♀	"	1.068	1.040	1.562	1.514	0.167	0.157	3.08
T. K.	42	♂	"	1.068	1.040	1.601	1.514	0.171	0.157	4.27
K. Y.	29	♂	"	1.042	1.040	1.512	1.517	0.158	0.158	0.00
T. K.	62	♂	"	1.050	1.038	1.511	1.515	0.159	0.157	0.63
K. I.	32	♂	"	1.052	1.040	1.495	1.514	0.157	0.157	0.00
Y. A.	38	♂	"	1.064	1.040	1.537	1.514	0.164	0.157	2.18
Y. Y.	58	♀	"	1.066	1.040	1.535	1.514	0.164	0.157	2.18
A. A.	25	♀	"	1.060	1.040	1.531	1.516	0.162	0.158	1.25
J. S.	55	♂	"	1.066	1.036	1.572	1.516	0.168	0.157	3.38
I. M.	54	♀	"	1.064	1.038	1.570	1.514	0.167	0.157	3.09
E. T.	16	♀	"	1.062	1.036	1.562	1.512	0.166	0.157	2.79
K. K.	58	♀	"	1.060	1.038	1.560	1.514	0.165	0.157	2.48
R. O.	50	♀	"	1.066	1.036	1.572	1.510	0.168	0.156	3.70
I. M.	43	♀	"	1.068	1.038	1.563	1.512	0.167	0.157	3.09
K. B.	24	♀	Astrocytoma	1.034	1.036	1.502	1.517	0.155	0.157	0.64
J. M.	12	♂	"	1.040	1.040	1.498	1.488	0.156	0.155	0.32
Y. I.	56	♂	"	1.046	1.038	1.495	1.523	0.156	0.158	0.64
R. A.	18	♂	"	1.042	1.040	1.507	1.528	0.157	0.159	0.63
A. K.	59	♂	"	1.040	1.040	1.496	1.535	0.156	0.160	1.27
S. S.	47	♀	"	1.040	1.036	1.501	1.487	0.156	1.154	0.67
M. T.	44	♀	"	1.038	1.036	1.489	1.570	0.155	0.157	0.64
Y. O.	40	♀	"	1.036	1.038	1.497	1.498	0.155	0.155	0.00
K. Y.	71	♀	"	1.044	1.040	1.516	1.493	0.158	0.155	0.96
K. A.	14	♂	"	1.038	1.038	1.506	1.504	0.156	0.156	0.00
S. H.	20	♀	"	1.042	1.040	1.510	1.532	0.157	0.159	0.63
A. O.	22	♀	"	1.048	1.044	1.515	1.505	0.159	0.157	0.63
S. S.	26	♂	Glioblastoma	1.042	1.040	1.487	1.504	0.155	0.156	0.32
S. N.	39	♂	"	1.040	1.038	1.524	1.512	0.158	0.157	0.32
N. A.	12	♂	"	1.052	1.040	1.501	1.514	0.158	0.157	0.32
K. M.	39	♂	"	1.038	1.034	1.498	1.523	0.155	0.157	0.64
Y. O.	32	♂	"	1.036	1.036	1.514	1.520	0.157	0.157	0.00
S. T.	61	♂	"	1.042	1.036	1.511	1.511	0.157	0.157	0.00
E. N.	31	♂	"	1.038	1.034	1.539	1.548	0.160	0.160	0.00
S. K.	12	♂	Ependymoma	1.040	1.038	1.502	1.505	0.156	0.156	0.00
M. S.	20	♂	Pinealoma	1.046	1.042	1.517	1.524	0.159	0.159	0.00
K. I.	29	♂	"	1.046	1.042	1.497	1.512	0.157	0.158	0.32
T. W.	3	♂	Medulloblastoma	1.044	1.040	1.517	1.509	0.158	0.157	0.32
M. B.	18	♀	"	1.054	1.038	1.516	1.511	0.160	0.157	0.95
T. K.	4	♂	"	1.040	1.036	1.508	1.492	0.157	0.155	0.64
Y. T.	10	♀	"	1.036	1.036	1.491	1.492	0.154	0.155	0.32
H. T.	2	♂	"	1.040	1.034	1.455	1.481	0.151	0.153	0.66
H. T.	39	♀	Oligodendroglioma	1.042	1.040	1.513	1.529	0.158	0.159	0.32

M. T.	24	♀	Acoustic Neurinoma	1.054	1.046	1.500	1.537	0.158	0.161	0.94
K. Y.	20	♂	"	1.038	1.040	1.455	1.513	0.151	0.157	1.95
K. S.	24	♀	"	1.044	1.038	1.504	1.526	0.157	0.158	0.32
T. S.	43	♀	"	1.050	1.042	1.512	1.539	0.159	0.160	0.31
T. K.	49	♀	"	1.044	1.042	1.486	1.508	0.155	0.157	0.64
Y. W.	39	♂	Craniopharyngioma	1.042	1.038	1.506	1.486	0.157	0.154	0.96
T. S.	39	♂	"	1.058	1.042	1.519	1.504	0.161	0.157	1.26
T. U.	45	♂	Pituitary Adenoma	1.042	1.038	1.521	1.507	0.158	0.156	0.64
T. Y.	44	♀	"	1.040	1.038	1.526	1.510	0.159	0.157	0.63
M. K.	38	♀	"	1.068	1.040	1.496	1.482	0.160	0.154	1.91
M. N.	27	♂	Angioblastoma	1.044	1.044	1.518	1.522	0.158	0.159	0.32
I. Y.	33	♀	Cholesteatoma	1.044	1.042	1.508	1.502	0.157	0.157	0.00
T. N.	42	♀	Metastatic Tumor	1.040	1.038	1.514	1.521	0.157	0.158	0.32
K. K.	58	♀	"	1.038	1.040	1.500	1.520	0.156	0.158	0.62
N. S.	34	♀	"	1.038	1.040	1.521	1.531	0.158	0.159	0.32
K. Y.	44	♂	"	1.050	1.042	1.493	1.511	0.157	0.157	0.00
S. S.	42	♂	"	1.042	1.038	1.529	1.495	0.159	0.155	1.27
S. H.	62	♀	"	1.062	1.046	1.561	1.526	0.166	0.160	1.84
K. A.	29	♀	"	1.038	1.040	1.512	1.504	0.157	0.156	0.32

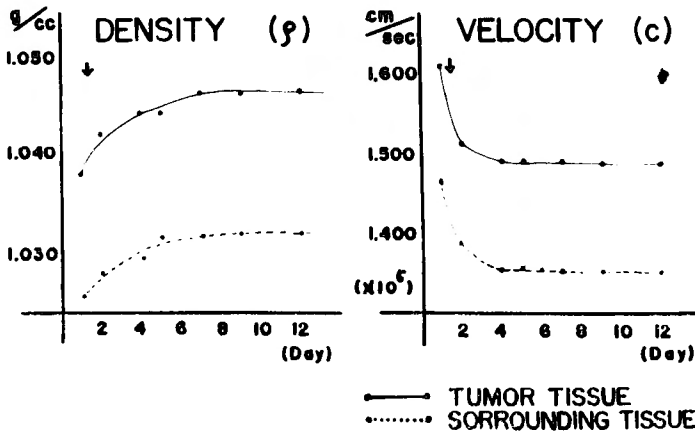
体組織では測定し得る脳腫瘍周辺組織の摘出が不可能であること等の理由から、次に述べるような基礎実験よりホルマリン固定脳組織の測定でも十分目的は達成されることを確認した上で、10%ホルマリンにより10日以上固定された脳腫瘍剖検例について測定を行なった。

ホルマリン液固定による変動を考慮する為、あらかじめ、脳腫瘍組織と周辺組織を摘出直後より10%ホルマリン液にて固定し、経時的に音速、密度の変動を観察しグラフにしたものが Tab. 4 であるが、両者はホルマリン固定後も摘出直後に於ける密度、音速の差を保ちつつほぼ平行して変動し、1週間から10日間で

安定した値を示すことが判る。従つて音速、密度の積として求められる固有音響インピーダンスも、脳腫瘍組織と周辺脳組織ではほぼ平行に移動し、反射率と共に、ホルマリン固定組織でも非固定腫瘍の状態を推測する上に十分有意義であると考えられる (Tab. 5)。

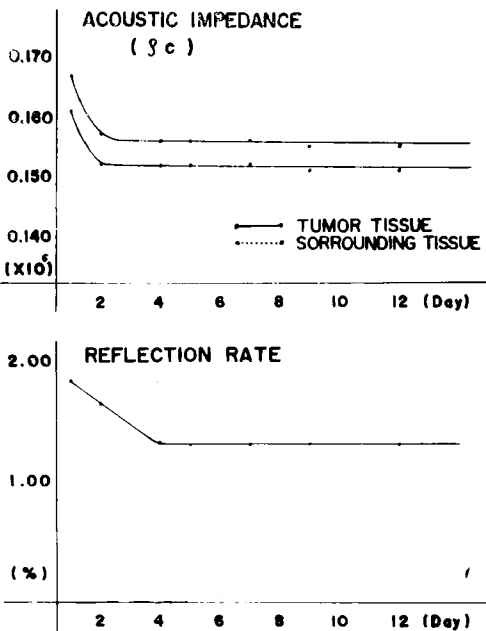
脳腫瘍62例の測定結果を腫瘍別に分類しその平均値を Tab. 6, Tab. 7 に示す。密度では、Meningioma が 1.061g/cm^3 と他に比し著しく高値を示し、Astrocytoma, Glioblastoma, Medulloblastoma 等の Glioma 系の腫瘍ではほぼ正常の脳組織 ($1.036\sim 1.040\text{g/cm}^3$) に近い値を示している。一方音速についても Meningioma では $1.546\times 10^5\text{cm/sec}$ と他に比し高値を示すに対し、

Tab. 4 Exchange of Acoustical Characteristics of Brain Tissue by Formalin Fixation



Astrocytoma, Glioblastoma, Medulloblastoma 等ではほぼ正常の脳組織の音速 ($1.490 \sim 1.520 \times 10^5 \text{ cm/sec}$) に近い。又、反射率を比較してみると Meningioma, Craniopharyngioma 等では著明な反射体となるに対し、Glioma系の腫瘍ではあまり著しい反射体とはならないことが数値上よりは予測される。(Tab. 8)

Tab. 5 Exchange of Acoustical characteristics of Brain Tissue by Hormalin Fixation



Kazner²⁷⁾ の報告している測定値より頭蓋内に於ける種々組織の反射率を算出し、筆者の脳腫瘍の反射率と比較検討してみると、Tab. 9 に示すように、大脳より脳室壁での反射率が2.58%で、測定条件は異なるが著者の Meningioma の反射率2.3%に近い数値を示し、Meningioma からは脳室壁よりの著明なエコーとほぼ同程度のエコーが経験上ブラウン管上で検出されていたことが実際数字の上からもうなずけよう。又、Glioma系の腫瘍では、1%以下の反射率を示すに過ぎないか、これは測定範囲全体の平均値で、微細構造を検討すれば、正常組織と比べ構造が著しく不均一で、これらの各々がエコー発生源となり得ると考えられるし、特に腫瘍内に出血果があつたり、チステを形成していたり、石灰化していたりすると、著明な反射源となり得る訳である。一例をあげると、同じ Oligodendroglioma でも全く石灰化のない症例では、固有音響インピーダンスは $0.158 \times 10^6 \text{ g/cm}^2 \cdot \text{sec}$ で、反射率も0.32%と Glioma系の腫瘍の傾向を示しているが、石灰化の著明な他の Oligodendroglioma の例では、音響インピーダンスが $0.371 \times 10^6 \text{ g/cm}^2 \cdot \text{sec}$ で、反射率も40%と全く同じ種類の腫瘍とは思われないほどの高値を示し、著しい反射体となることを示している。

II-2-(2) 脳腫瘍組織の超音波減衰

脳腫瘍エコーの波型に影響を及ぼす因子には前述の音響インピーダンスと共に、組織の超音波減衰の問題がある。

測定法には種々あり、その中で従来生体組織の超音波減衰値の測定法として行なわれているものを列記す

Table 6 Acoustic impedance in various types of brain tumors

	CASES	T (°C)	DENSITY ρ (g/cm^3)	VELOCITY C (cm/sec)	ACOUSTIC IMPEDANCE ($\text{g/cm}^2 \cdot \text{sec}$)
MENINGIOMA	15	15	1.061	1.546×10^5	0.164×10^6
ASTROCYTOMA	12	15	1.040	1.503	0.156
GLIOBLASTOMA M.	7	15	1.041	1.511	0.157
EPENDYMOMA	1	15	1.040	1.502	0.156
PINEALOMA	2	15	1.046	1.507	0.158
MEDULLOBLASTOMA	5	15	1.043	1.497	0.156
OLIGODENDROGLIOMA	1	15	1.042	1.513	0.158
ACOUSTICNEURINOMA	5	15	1.046	1.491	0.156
CRANIOPHARYNGIOMA	2	15	1.050	1.513	0.159
PITUITARY ADENOMA	3	15	1.050	1.514	0.159
ANGIOBLASTOMA	1	15	1.044	1.518	0.158
CHOLESTEATOMA	1	15	1.044	1.508	0.157
METASTATIC TUMOR	7	15	1.044	1.519	0.159

Table 7 Acoustic impedance in various types of brain tumors
—As compared with surrounding brain tissue—

	CASES	T (°C)	ACOUSTIC IMPEDANCE		REFLECT. RATE (%)
			TUMOR TISSUE (g/cm ² . sec)	SORROUNDI- NG T. (g/cm ² . sec)	
MENINGIOMA	15	15	0.164 × 10 ⁶	0.157 × 10 ⁶	2.30
ASTROCYTOMA	12	15	0.156	0.157	0.58
GLIOBLASTOMA M	7	15	0.157	0.157	0.23
EPENDYMOMA	1	15	0.156	0.156	0.00
PINEALOMA	2	15	0.158	0.158	0.16
MEDULLOBLASTOMA	5	15	0.156	0.155	0.58
OLIGODENDROGLIOMA	1	15	0.158	0.159	0.32
ACOUSTICNEURINOMA	5	15	0.156	0.158	0.83
CRANIOPHARYNGIOMA	2	15	0.159	0.156	1.11
PITUITARY ADENOMA	3	15	0.159	0.156	1.06
ANGIOBLASTOMA	1	15	0.158	0.159	0.32
CHOLESTEATOMA	1	15	0.157	0.157	0.00
METASTATIC TUMOR	7	15	0.159	0.157	0.67

Tab. 8 Reflection Rate in Various Types of Brain Tumors
—As Compared with Surrounding Brain Tissue—

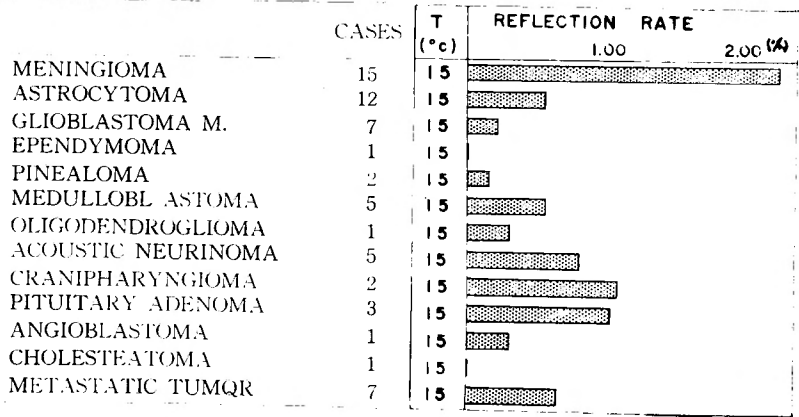
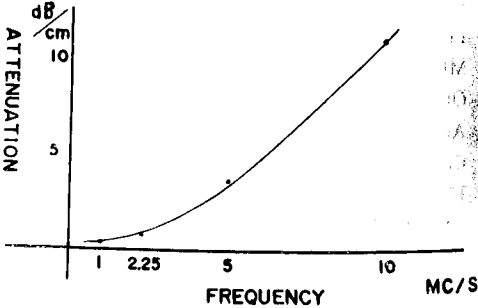


Table 9 頭蓋内における諸組織の反射率
(Kazner)

界	面	反 射 率 $\left(\frac{\rho_1 c_1 - \rho_2 c_2}{\rho_1 c_1 + \rho_2 c_2} \right)$ (%)
大腦組織	→ 腦 室	2.58
"	→ 新鮮血液	1.73
"	→ 凝固血液	6.31
"	→ 硬 膜	6.50
"	→ 骨	60.32
"	→ 石 灰	73.99

Tab. 10 Ultrasonic Attenuation of Brain Tissue
—Followed by Change of Frequency—



ると次の様なものがある。

1) 超音波パルスを用いる方法

- (a) 透過法
- (b) 反射法

2) 連続波を用いる方法

- (a) 透過法
- (b) 超音波吸収による温度上昇を測定する方法

3) 残響法

生体組織の測定には種々の事情を考慮し超音波パルスを用い透過法による測定が最適と考えられる。この方法は Hueter の C-Clamp Transducer と原理的には同じ方法で、送信用振動子と受信用振動子の間に組織を直接はさんで、音波が減衰されて透過波の高さが変化するのを可変減衰測定器（アテネーター）で補正し減衰値を求める方法で、装置は石川の使用したものと同様超音波診断器 SSD-2型（JRC）、減衰測定器は MJZ-109（JRC）、自動電圧安定装置（山水製）、減衰測定装置（順天堂式）を使用、振動子は 1MC/S、2.25 MC/S、10 μ チタン酸バリウム振動子と 5MC/S、10MC/S 10 ϕ 水晶振動子を使用した。（Fig. 3）

実測に際しては、①あらかじめ脱気水中にて発信及び受信振動子の距離を種々変えてもエコーの大きさが不変であることを確認、②同一距離、即ち同一音場に於ける組織と脱気水の減衰の差より組織の減衰値を算出すること等の方法を取り、近距離干渉帯による影響を出来るだけ受けない様に配慮して測定を行なった。

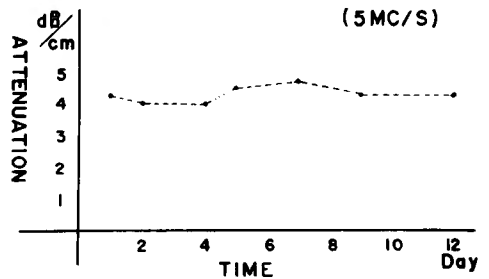
Tab.10 は、摘出直後の正常人脳を脱気生理的食塩水中にて測定し各種振動数による減衰値の変動をグラフに示したものである。Pohlman²⁴⁾²⁵⁾²⁸⁾ が各種生体組織で測定したごとく、人脳についても超音波減衰値 (a) は振動数 (f) にほぼ比例して増加し、a/f は振動

数によらずほぼ 1 に近い値を示している。

測定材料は、64例の各種脳腫瘍組織とその周辺組織で、測定上の問題から音速、密度の測定時と同様、10%ホルマリン固定による剖検脳について行なった。

摘出直後より10%ホルマリン液に投入し、固定される過程を経時的に観察し、超音波減衰値の変動をグラフに示すと Tab.11 のごとく、全経過認むべき変化の

Tab. 11 Ultrasonic Attenuation of Brain Tissue
-Followed by Formalinhardened



ないことが判り、この場合もホルマリン固定標本を使用しても非固定脳腫瘍の減衰の変動を予測するに十分有意義であることが判った。

64例の測定結果を別表 2、Tab.12 に示した。脳腫瘍周辺部の超音波減衰値の平均は、5 MC/S で 5.0dB/cm、10MC/S で 10.0dB/cm を示しているが、Meningioma では、平均、5 MC/S で 8.7dB/cm、10MC/S で 17.8dB/cm と著しく増大し、それに次いで Medulloblastoma、Cranio-pharyngioma、Metastatic Tumor、Pinealoma 等が周辺組織より高値を示し超音波が透過しにくくなっていることが判る。他方、Astrocytoma では、5 MC/S で 3.9dB/cm、10MC/S で 8.5dB/cm、と著明な超音波減衰値の減少を示し、Glioblastoma、

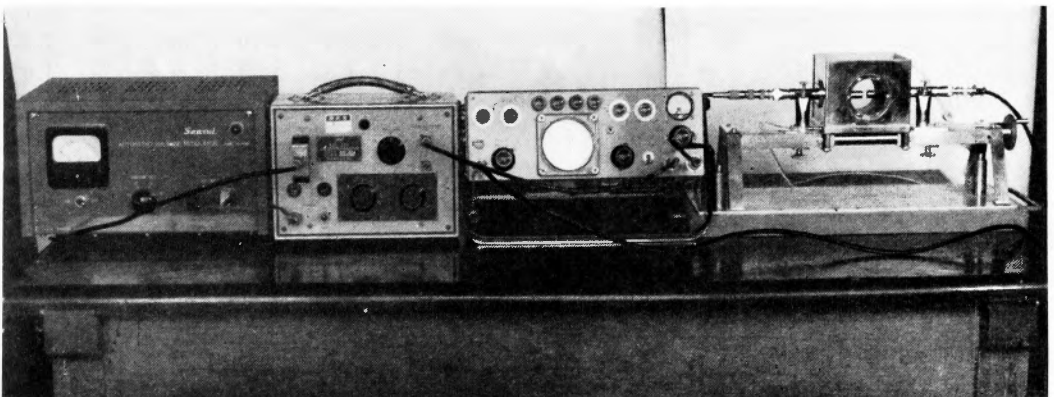


Fig. 3 超音波減衰測定装置全影

Oligodendroglioma, Pituitary Adenoma 等でも、同様
周辺値より低値を示し、反対に超音波が通りやすくな
っていることが判る。

この事実、腫瘍組織とその周辺組織とを対比させ
てみるといつそう明瞭となる。即ち Tab.13 の左半分
は周辺組織の超音波減衰値を0として各種脳腫瘍別に
その増減を左右に分布させたもので、これにより
(+)の方向に傾いているものは周辺組織より超音波
が通りにくくなっていることを意味し、(-)の方向
に傾いているものは超音波が反対に周辺組織より通り
やすくなっていることを意味している。腫瘍の種類に
よつては、一括して論ずることの出来ないものもある
が、Meningioma, Medulloblastoma, Craniopharyngioma
の群と、Astrocytoma, Glioblastoma, Acoustic Neurinoma
の群とでは、明らかな対称を示していることを知る。

生体組織内での超音波減衰が、吸収、散乱、反射等
のメカニズムによることは前述のごとくであるが、そ
の各々がどれほどの比率で、又組織の如何なる部位で

Table 12 Attenuation of ultrasound in various
types of brain tumors

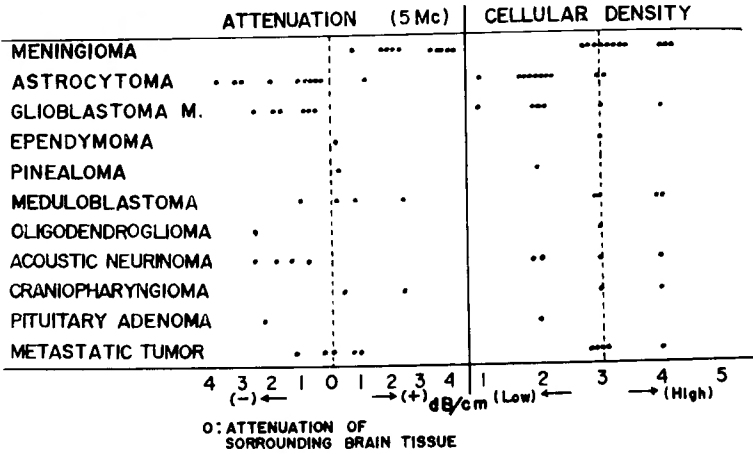
	cases	5Mc dB/cm	10Mc dB/cm
MENINGIOMA	15	8.7	17.8
ASTROCYTOMA	14	3.9	8.5
GLIOBLASTOMA M.	7	4.1	8.9
EPENDYMOMA	1	5.1	10.7
PINEALOMA	2	5.6	11.1
MEDULLOBLASTOMA	5	7.0	14.3
OLIGODENDROGLIOMA	1	3.5	5.5
ACOUSTICNEURINOMA	5	5.0	8.8
CRANIOPHARYNGIOMA	2	6.4	13.7
PITUITARY ADENOMA	3	3.7	8.3
ANGIOBLASTOMA	1	3.7	9.1
CHOLESTEATOMA	1	5.7	12.2
METASTATIC TUMOR	7	6.0	11.9
NORMAL BRAIN	64	5.0	10.0

別 表 2

氏 名	年 令	性	腫 瘍 の 組 織 診 断	超 音 波 減 衰 値 (dB/cm)					
				5 Mc/s			10 Mc/s		
				脳腫瘍 組 織	周 辺 組 織	腫瘍組織と 周辺との差	腫 瘍 組 織	周 辺 組 織	腫瘍組織と 周辺との差
H. I.	42	♀	Meningioma	8.5	5.2	+ 3.3	15.3	11.2	+ 4.1
K. T.	44	♀	"	6.8	4.8	+ 2.0	11.2	9.2	+ 2.0
T. K.	42	♂	"	16.7	4.2	+ 12.5	50.8	9.8	+ 41.0
K. Y.	29	♂	"	5.0	4.2	+ 0.8	10.0	9.0	+ 1.0
T. K.	62	♂	"	5.8	3.0	+ 2.8	12.3	7.0	+ 5.3
K. I.	32	♂	"	5.8	4.2	+ 1.6	10.7	8.0	+ 2.7
Y. A.	38	♂	"	4.8	4.2	+ 0.6	14.8	8.4	+ 6.4
Y. Y.	58	♀	"	10.0	4.8	+ 5.2	15.8	9.6	+ 6.2
A. A.	25	♀	"	11.5	7.9	+ 3.6	23.1	12.4	+ 10.7
J. S.	55	♂	"	6.9	4.5	+ 2.4	17.9	10.0	+ 7.9
I. M.	54	♀	"	6.1	4.3	+ 1.8	11.4	9.5	+ 1.9
E. T.	16	♀	"	5.7	4.0	+ 1.7	12.0	9.0	+ 3.0
K. K.	58	♀	"	6.5	3.8	+ 2.7	12.8	8.0	+ 4.8
R. O.	50	♀	"	8.1	4.8	+ 3.3	15.6	10.5	+ 5.1
I. M.	43	♀	"	7.1	4.0	+ 3.1	15.3	8.5	+ 6.8
K. B.	24	♀	Astrocytoma	7.1	10.5	- 3.4	15.1	18.9	- 3.8
J. M.	12	♂	"	4.8	6.8	- 2.0	8.8	11.5	- 2.7
Y. I.	56	♂	"	5.8	6.0	- 0.2	11.1	12.5	- 1.4
R. A.	18	♂	"	2.8	4.2	- 1.4	6.0	8.0	- 2.0
A. K.	59	♂	"	3.5	4.6	- 1.1	8.5	9.2	- 0.7
S. S.	47	♀	"	4.0	2.8	+ 1.2	8.5	6.2	+ 2.3
M. T.	41	♀	"	2.8	5.8	- 3.0	5.6	10.2	- 4.6

Y. O.	40	早	〃	3.8	4.4	-	0.6	7.6	9.4	-	1.8
K. Y.	71	早	〃	4.8	5.8	-	1.0	9.1	11.6	-	2.5
K. A.	14	古	〃	5.3	5.5	-	0.2	11.1	10.2	+	0.9
S. H.	20	早	〃	3.9	4.4	-	0.5	8.2	10.1	-	1.9
A. O.	22	早	〃	3.1	6.1		3.0	6.8	13.4	-	6.6
T. M.	30	古	〃	3.8	4.6	-	0.8	10.6	9.8	+	0.8
M. T.	22	早	〃	3.0	4.2	-	1.2	10.7	12.2	-	1.5
S. S.	26	古	Glioblastoma	7.5	6.0	+	1.5	14.2	11.8	+	2.4
S. N.	39	古	〃	3.3	5.0	-	1.7	7.5	12.5	-	5.0
N. A.	12	古	〃	4.2	4.8	-	0.6	7.2	9.2	-	2.0
K. M.	39	古	〃	5.5	6.0	-	0.5	10.4	12.2	-	1.8
Y. O.	32	古	〃	3.3	4.8	-	1.5	6.9	9.8	-	2.9
S. T.	61	古	〃	2.2	4.6	-	2.4	4.8	10.1		5.3
E. N.	31	古	〃	4.1	5.8	-	1.7	10.3	11.2	-	0.9
S. K.	12	古	Ependymoma	6.0	5.9	+	0.1	11.2	10.4	+	0.8
M. S.	20	古	Pinealoma	3.8	3.5	+	0.4	8.2	7.1	+	1.1
K. I.	29	古	〃	3.8	3.2	+	0.6	7.5	7.0	+	0.5
T. W.	3	古	Medulloblastoma	5.7	5.0	+	0.7	11.4	9.8	+	1.6
M. B.	18	早	〃	5.0	3.8	+	1.2	7.5	7.0	+	0.5
T. K.	4	古	〃	8.3	5.7	+	2.6	15.4	10.2	+	5.2
Y. T.	10	早	〃	3.8	3.5	+	0.4	9.2	6.3	+	2.9
H. T.	2	古	〃	5.5	3.0	+	2.5	12.4	5.8	+	6.6
H. T.	39	早	Oligodendroglioma	3.5	5.0	-	1.5	6.2	11.3	-	5.1
M. T.	24	早	Acoustic Neurinoma	5.8	7.2	-	1.4	12.3	13.1	-	0.8
K. Y.	20	古	〃	7.8	6.0	+	1.8	16.2	11.1	+	5.1
K. S.	24	早	〃	3.6	6.1	-	2.5	6.3	11.5	-	5.2
T. S.	43	早	〃	4.4	6.3	-	1.9	5.0	8.5	-	3.5
T. K.	49	早	〃	4.4	5.3	-	0.9	9.1	11.2	-	2.1
Y. W.	39	古	Craniopharyngioma	4.4	4.2	+	0.2	7.4	7.1	+	0.3
T. S.	39	古	〃	8.8	6.1	+	2.7	17.8	11.2	+	6.6
T. U.	45	古	Pituitary Adenoma	3.8	5.9	-	2.1	8.8	9.5	-	0.7
T. Y.	44	早	〃	4.8	5.2	-	0.4	9.2	9.8	-	0.6
M. K.	38	早	〃	2.5	4.2	-	1.7	5.2	8.6	-	3.4
M. N.	27	古	Angioblastoma	5.8	7.8	-	2.0	12.0	13.2	-	1.2
I. Y.	33	早	Cholesteatoma	6.2	5.5	+	0.7	12.5	10.2	+	2.5
T. N.	42	早	Metastatic Tumor	5.3	6.5	-	1.2	10.6	13.0	-	2.4
K. K.	58	早	〃	4.2	4.6	-	0.4	10.2	10.4	-	0.2
N. S.	34	早	〃	4.4	4.6	-	0.2	8.6	9.2	-	0.6
K. Y.	44	古	〃	4.2	4.2		0	10.0	8.3	+	1.7
S. S.	42	古	〃	5.7	4.7	+	1.0	12.3	8.4	+	3.9
S. H.	62	早	〃	12.9	6.0	+	6.9	24.3	14.2	+	10.1
K. A.	29	早	〃	5.4	4.6	+	0.8	11.2	10.1	+	1.1
平 均					5.0				10.0		
計			6 4 例								

Tab. 13 Relation Between Cellular Density and Ultrasonic Attenuation of Brain Tumors



減衰が起るかについてはまだ議論の多いところである。しかし組織内の微細構造、即ち、細胞の配列、細胞間構造、細胞の形態、更には分子構造までが超音波減衰に影響を及ぼしていることが知られており^{37)38)40)40)~46)}。特に、細胞配列、細胞形態の変化により超音波減衰値の変動は、脳腫瘍の組織診断を可能にする為の大きな手がかりとなり重要な事実である。従つて著者は、細胞密度、細胞の配列、細胞の大小、細胞の大小不同、組織構成の均一性、線維性成分の多寡等の見地より超音波減衰との関係を検討したが、特に細胞密度とは密接な相関関係を示していることを知つた。Tab.13は45例の各種脳腫瘍に於ける超音波減衰と細胞密度の関係をグラフに示したものである。超音波減衰値については、前述のごとく5 MC/Sの振動数による超音波減衰値を、周辺組織の減衰値を0として左右に分布したものであり、細胞密度は、黄の報告³⁰⁾に従つて測定し、周辺組織の細胞密度の平均値を3とし細胞密度の高いものよりその上下5、4、3、2、1の5段階に分類したものであり、これが超音波減衰値と極めて密接な相関関係を有することが判る。この事実はおそらく、細胞による散乱減衰が組織全体の減衰値に大きな影響を与えていることを示すものと考えられ、興味深い事実である。

III 脳腫瘍エコーの分析と臨床への応用

III-1 反射率と超音波減衰値の脳腫瘍エコーパターンに及ぼす影響 (基本型としてA型エコーとM型エコーの提唱)

Aスコープによる脳腫瘍の超音波診断に際し、その

腫瘍の種類により腫瘍エコーが出やすかつたり、出にくかつたりする事実と、超音波が透過しやすかつたり、透過しにくくなつたりする事実は、すでに経験され報告されてきた。特に、Meningiomaに於ては、シャープな立上りで始まりシャープに終るMの型に似たエコーが臨床的に検出されることが多く、Astrocytomaでは、立上りがはつきりしない、しかもシャープでない漸増性の全体としてAの型をしたエコーとして検出されることが多いことに気が付き、著者は、前者を特にMeningiomaに特徴的であることも考え合わせてM型エコー(M-Form echo)と呼び、後者も同様Astrocytomaに特徴的であることを加味してA型エコー(A-Form echo)と名付けてきた^{31)~33)39)47)46)}。ここで更に前述した反射率と超音波減衰値の基礎的資料を参考にし、実際に臨床的に検出される腫瘍エコーを分析解明してみるとTab.14に示すごとくM型、A型は更に2型に分かれ合計1型に分類されることが判つた。即ち、反射率の大きなM型エコーを示す腫瘍群の中でも、減衰の大きな腫瘍では腫瘍自身で超音波は減衰され、あたかもチステのエコーの様に中央部がぬけた型をとるM₁型エコーと、減衰の小さな腫瘍のごとくシャープで大きな連続性のエコー群を示すM₂型エコーがある。

前者に属する腫瘍は、Meningioma, Metastatic Tumor, Craniopharyngioma等があり、後者に属するものにはAcoustic Neurinoma, Pituitary Adenoma等があることが判る。又一方反射率の小さなA型エコーを示す腫瘍群の中にも、減衰の小さなものでは、前述のごときシャープでない漸増性の全体としてA型を示すA₁

型エコーと、減衰の大きなものでは腫瘍自身の為に減衰され中央部がぬけてA型が2つ連なった様な型を呈するA₂型があることが判った。前者に属する腫瘍には、Glioblastoma, Astrocytoma, Oligodendroglioma等があり、後者に属するものには Medulloblastoma, Ependymoma 等がある。

Ⅲ-2 脳腫瘍エコーの臨床的分類、並びに、超音波による脳腫瘍の組織学的鑑別診断への応用

臨床的に検出された脳腫瘍エコー 137例について、前述の A₁, A₂, M₁, M₂ の4型のモデルパターンに従って分類してみると Tab.15 のごとくなる。即ち、Meningioma, Metastatic Tumor, Craniopharyngioma では M₁型エコーを示すものが60～80%あり、M₂型エコー

を含めると90%以上を占める。又 Acoustic Neurinoma, Pituitary Adenoma では M₂型を示すものが70～80%あり、残りは M₁型で、100% M型を示している。

一方、Glioblastoma, Astrocytoma, Oligodendroglioma では10～60%が A₁型エコーを示すに過ぎないが A₂型を示すものが35%～45%あり、全体としてはA型を示すものが75%以上を占める。このばらつきは、おそらく後述の石灰化、囊胞化がどの種の腫瘍には特に多く、モデルパターンに種々の変型を与えている為に起ると思われる。又、Medulloblastoma, Ependymoma では症例は少ないが全部 A₂型を示している。

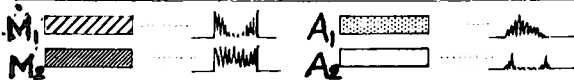
脳腫瘍のエコー発生には、当然のことながら腫瘍の境界面の性状が大きな問題となるが幸いにM型エコー

Tab. 14 Echo Pattern of Brain Tumors

	REFLECTION RATE	ATTENUATION	ECHO PATTERN	BRAIN TUMOR
M - FORM ECHO	↑	↑		MENINGIOMA METASTATIC TUMOR CRANIOPHARYNGIOMA
	↑	↓		ACOUSTIC NEURINOMA PITUITARY ADENOMA
A - FORM ECHO	↓	↓		GLIOBLASTOMA ASTROCYTOMA OLIGODENDROGLIOMA
	↓	↑		MEDULLOBLASTOMA EPENDYMOMA

Tab. 15 Diagnosis of Brain Tumors by Ultrasound
-According to Echo Pattern-

	EXAM. CASES	RATE OF ECHO PATTERN (%)									
		10	20	30	40	50	60	70	80	90	
MENINGIOMA	23										
METASTATIC TUMOR	15										
CRANIOPHARYNGIOMA	9										
ACOUSTIC NEURINOMA	14										
PITUITARY ADENOMA	16										
PINEALOMA	5										
GLIOBLASTOMA	9										
ASTROCYTOMA	34										
OLIGODENDROGLIOMA	9										
MEDULLOBLASTOMA	2										
EPENDYMOMA	1										



を示す腫瘍は境界が鮮明であるものが多く、又この事実がM型エコーの特長をいつそう助長させていると思われるし、一方A型エコーを示すものでは境界不鮮明で浸潤性に移行しているものが大部分で、この事実もA型エコーをより特長づけるに役立ついると考えられる。

しかし実際には、脳腫瘍の中には石灰が沈着していたり、軟化が起つていたり、Cystを形成していたり、出血していたりして、これらのM型、A型の基本パターンに種々の変型を与えているものが多く、臨床的に診断するに当つては十分慎重でなくてはならない。特に、脳腫瘍の中には、Cystを形成するものが多いが、そのうち巨大なCystより検出されるエコーは、Cystの内容は音響的には透明である為に壁よりのシャープな一対のエコーを構成するのではしばしば脳室壁よりのエコーと誤まれ、誤診を招くことがある。この様な巨大なCystよりのエコーをMicrocystic echoと呼んでいる。又、小さな多発性のCystを形成する腫瘍では、シャープな多発性のエコーを混入しMicrocystic echoと呼ばれているがしばしばM型エコーと誤まれたりする³³⁾。又、脳腫瘍と診断され来院したものの中には脳膿瘍がしばしば混入しているが、この場合は、Macrocytic echoを呈することが多いが、一般にcystic echoの周辺にかなり連続するA型エコーを伴なっていることが多く一つの鑑別点となる。超音波減衰も減少し超音波が通りやすくなっていることを経験する例が多い。

IV 臨床診断の進め方の実例

IV-1 診断の進め方の実例

超音波による脳腫瘍診断の目的には、局在診断と、組織学的鑑別診断の二つがある。脳腫瘍の局在診断に際しては、他の臓器と異なり、常に限密な腫瘍の局在の決定が要求される。その目的の為に、超音波検査に際しても、伊藤の報告にあるごとく、種々の検出法をくみ合わせ施行することにより、正確な局在を決定すべく努力されている。その検出法の主なものは次のごとくである。

- 1) 耳介直上よりの検査
- 2) 前頭部よりの検査
- 3) 頭皮上各部よりの検査(剃毛後)
- 4) 口腔内検査
- 5) 術中検査

これら検出法が、実際、臨床的にどんな手順で、応用

されていくか、実例をもつて示めすことにする。

頭蓋内疾患を疑われて来院した患者には、まずスクリーニングテストとして、外来又は病室にて、頭皮上、一般には両耳介直上よりの超音波検査が施行され、特に後頭蓋窩の病変を疑われる患者に対しては、前頭部よりの検出法が併用される。脳腫瘍の患者は、このスクリーニングテストにより腫瘍の大体の局在と大きさ、その性状が診断され必要あれば、脳血管撮影、アイソトープスキャンニング、脳室撮影等の補助診断法の併用により、更に正確な脳腫瘍の性状の把握がなされ、手術が決定される。

症例は、48才の女性で、右顔面神経麻痺を主訴として来院、外来診察室にて超音波検査を施行、耳介直上よりの検査で、第3脳室の約2cmに近い著明な左方への偏位と、右大脳半球深部、特に第3脳室に近く迄、シャープな連続性の腫瘍エコーが検出され、脳腫瘍と診断され入院した患者である。Fig. 4は左耳介直上よ

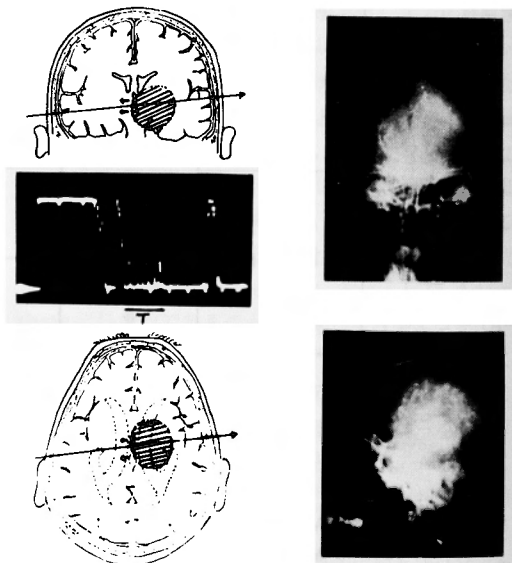


Fig. 4 術前超音波検査と脳血管写

り矢印の方向に超音波ビームを向けた時に検出されたエコーグラムであり、斜線の部位に脳腫瘍が予測された。右レントゲン写真は、その右頸動脈写であり、特に側面像にてほぼ予測した部位に血管に富んだ腫瘍が存在していることが確認された。

さてこの様に診断された患者の手術に先立つて、術前日又は当日全剃毛を行なつた後に、再び頭皮上各部位より2.25MC/Sの振動子を用い、十分にカップリングメデウムとしてのグリセリンを塗布して検査を行な

い、脳腫瘍の範囲を頭皮上に投影させ、実際手術を行なう部位の決定に役立つ。Fig. 5 は頭皮上各部に振動子を当て、腫瘍エコーの検出される範囲をアジックインクにて図示したもので、手術に際してはそれを含む皮切が加えられる。

次に術中検査が施行される。即ち骨弁を反転した後、硬膜上よりカップリングメディウムとしては十分

な生理的食塩水滴下により、前述のごとくあらかじめ消毒用意しておいた 5 MC/S 水晶振動子を用い検索する。マーカールの目盛りは前もつて 1 目盛 1 cm になる様に合わせておくと、脳腫瘍の範囲、深さを正確に知ることが出来る。又そればかりか腫瘍エコーを良く観察分析すると腫瘍の性状、種類迄もかなり正確に予測出来て、手術の進行に極めて役立つ。

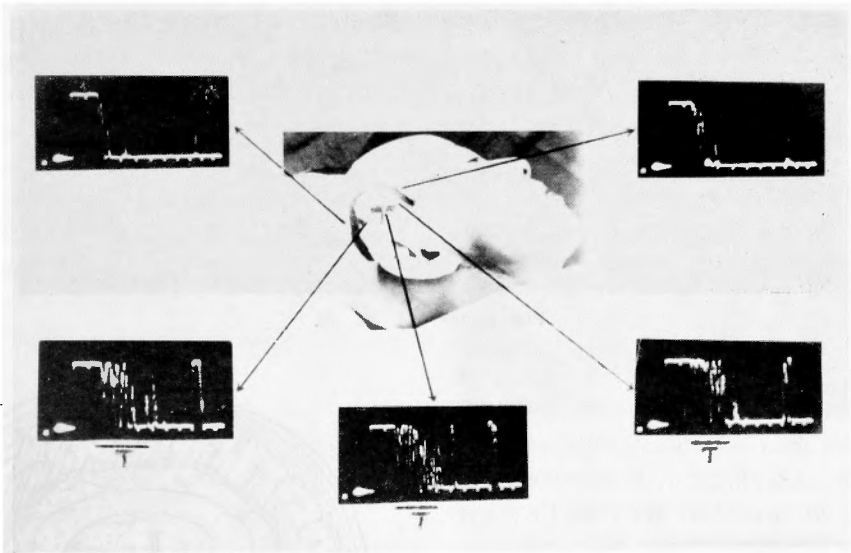


Fig. 5 術前頭皮上検査

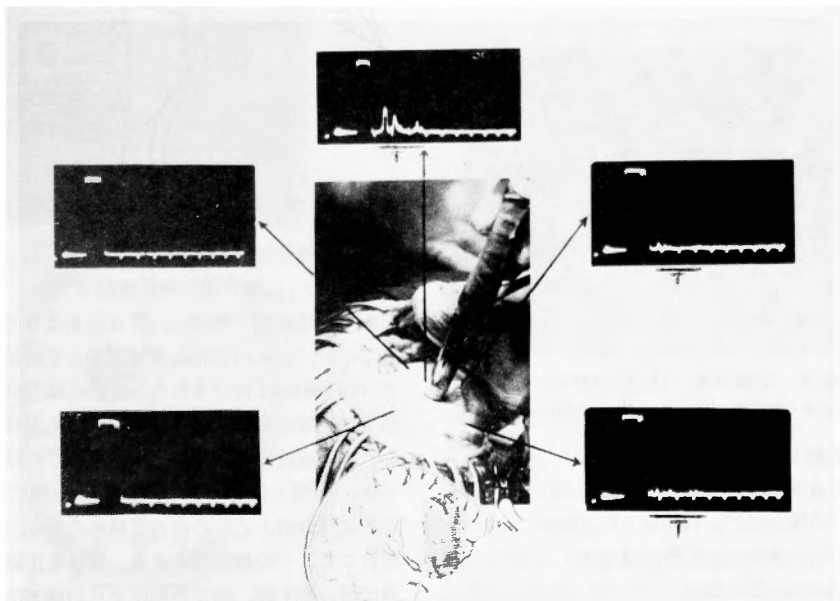


Fig. 6 術中検査

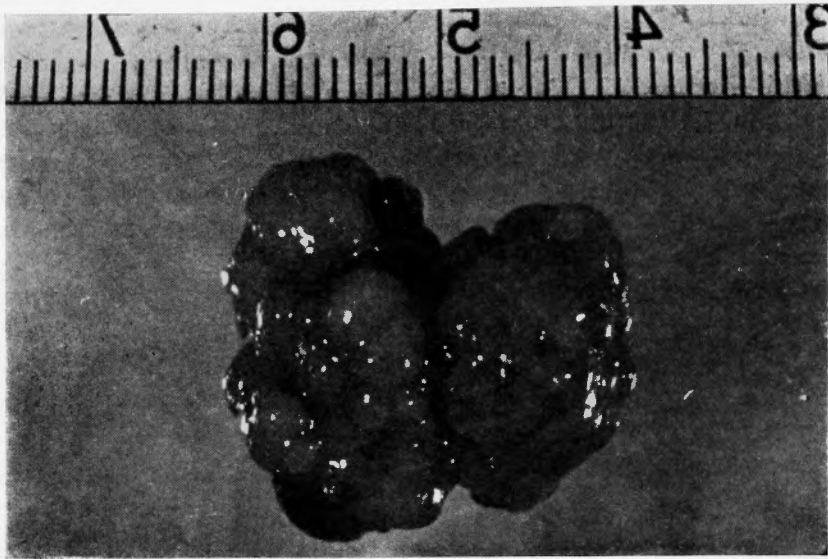


Fig. 7 摘出組織

Fig. 6 は、実施図と検出されたエコーパターン (M型) であるが、斜線に示す線な腫瘍が脳表より 1.5cm より 5~6.0cm 迄に存在し、しかも充実性であることが予測された。実際手術により、同部に境界鮮明な脳腫瘍を発見、左中頭蓋窩の硬い腫瘍を摘出し、術後経過良好にてなお経過観察中である。Fig. 7 は摘出した脳腫瘍であり、組織学的には耳下腺に発生した acinic cell carcinoma の頭蓋内転移であつた。(Fig. 8)

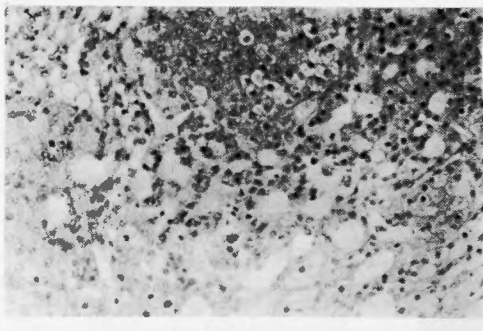


Fig. 8 組織標本 (H. E. 200×)
Metastatic tumor (acinic cell carcinoma)

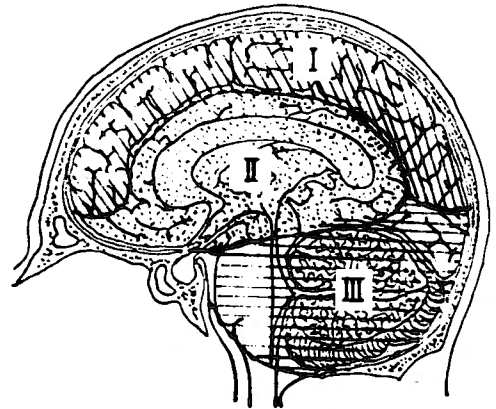


Fig. 9 脳腫瘍局在の超音波検査上の分類

© 後頭蓋窩の腫瘍

IV-2-(1) 大脳半球表層の腫瘍

IV-2 臨床例について

実際超音波 A スコープにより頭蓋内疾患特に、脳腫瘍の診断をする場合には、脳腫瘍の局在を次の 3 群に分類し観察すると便利である⁴⁸⁾。(Fig. 9)

- (a) 大脳半球表層の腫瘍
- (b) 大脳半球深部、特に第 3 脳室周辺の腫瘍

大脳半球表層の腫瘍は、耳介直上よりのルチンの検査でそのビームの方向を適時ずらして検索することにより 70~80% は検出される。この方法で検出困難な大脳半球表層の部位は、前頭葉前部と後頭葉の一部であり、この部位の検索には、前頭部よりの検査、又は剃毛後、頭皮上各部よりの検出法を実施する必要がある。又耳介直上よりの検査で腫瘍の存在が診断された場合でも、その腫瘍の大きさ、深さを正確に診断する為には、剃毛後、頭皮各部位よりの検査法を併用することも当然である。

この部位に発生する腫瘍の超音波による診断の基準は、①第3脳室エコーの偏位、②脳腫瘍エコーの検出並びに分析、③超音波減衰値の変動の三点にあるが、特に第3脳室の偏位は著明であることが多く、重要な根拠となる。

又、この部位には、Meningioma, Astrocytoma, Metastatic tumor, Glioblastoma, Oligodendroglioma 等が多く、これらの鑑別が必要である。

症例1 Meningioma 松○羊○ 23才 女

家族歴、既往歴。特記すべきことなし

主訴。頭痛、嘔吐、複視

現病歴並びに現症 昭和40年12月頃より頭痛、嘔吐が起り、次第に増悪、昭和41年3月頃より複視が出現、眼科医に受診、脳腫瘍を疑われ、5月17日当科を紹介されて来院、即時入院した。

神経学的検査にて、左眼の視力低下と、視野には左同名半盲、マリオット暗点の拡大があり、眼底所見としては両眼に高度のうつ血乳頭が認められ、特に左眼

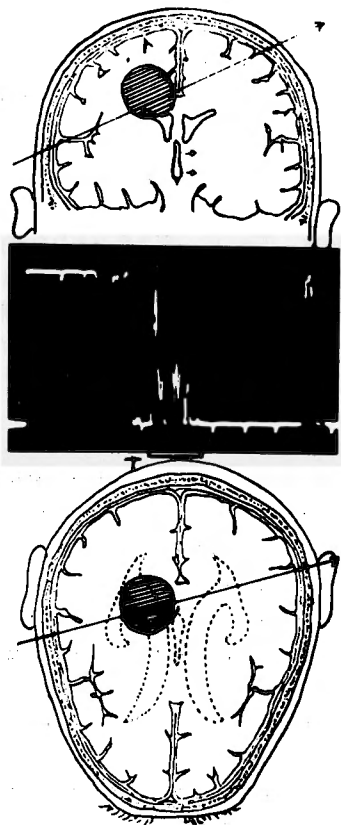


Fig. 10 症例1 術前検査

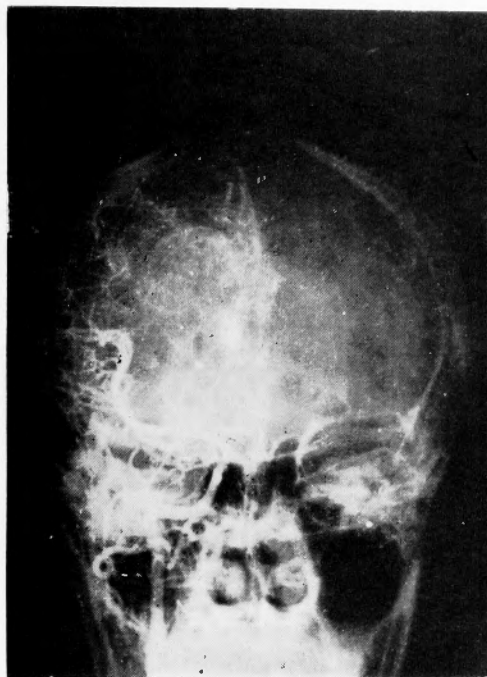


Fig. 11 症例1 脳血管写

には眼底出血と白斑が存在した。

左顔面神経の不全麻痺が認められるが、四肢等の運動障害、知覚障害は認められない。

腰椎穿刺にて、初圧 500mmH₂O で水様透明、細胞数は 162/3 で大部分リンパ球であり Nonne-Apelt (+) Pandy (++) であつた。

脳波では右大脳半球特に、頭頂-後頭葉に θ -wave が多く、lazywave が出現した。5月19日、超音波検査施行、第3脳室の左方への偏位と、右頭頂-後頭葉に腫瘍エコーを検出し、更に脳血管写にて同一部に腫瘍の存在が確認された (Fig. 11)。

超音波検査 (Fig. 10) 耳介直上よりの検査にて、第3脳室の偏位が左方へ約 1 cm あり、超音波ビームをやや後上方に向けると、右大脳半球の中央線に近くシャープな連続性の腫瘍エコー (M型) が検出される。境界鮮明な充実性の腫瘍が想像される。

手術所見 5月25日、右-頭頂部の Meningioma を疑い同部の開頭術施行、術中超音波検査にて深さ 1 cm ~ 5 cm にかけて、シャープな連続性の腫瘍エコー (M型) を検出、一部 Falx に癒着していた 5 × 4 × 4 cm の腫瘍を剝離全摘した (Fig. 12, Fig. 13)。

組織学的所見 (Fig. 14) Falx Meningioma

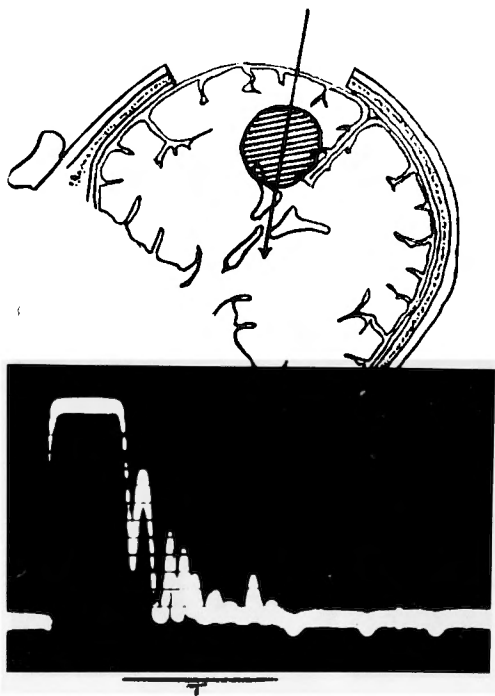


Fig. 12 症例1 術中検査

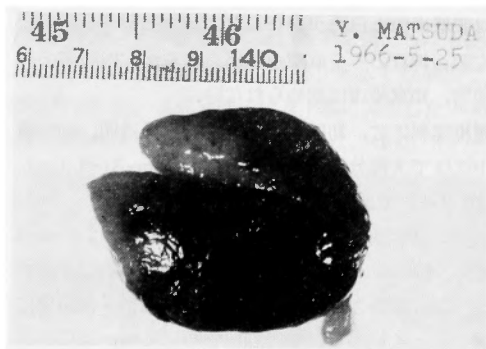
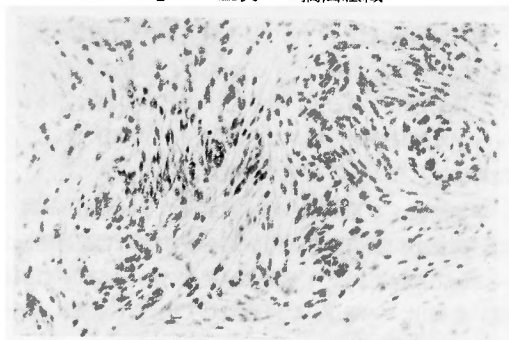


Fig. 13 症例1 摘出組織

Fig. 14 症例1 組織標本 (H. E. 200×)
Meningioma

症例2〔Metastatic Tumor (Adenocarcinoma) 趙○秀 (深○) 47才 女

家族歴. 特記すべきことなし

既往歴. 昭和40年8月30日, 胃全剝手術施行病理診断 Adenocarcinoma

主訴. 右半身麻痺, 言語障害

現病歴並びに現症 昭和40年8月30日, 胃全剝手術施行, 術後経過良好であつたが同年12月初旬より右上肢の不全麻痺が現われ, 下旬には右下肢にも及んだ. 同時に頭痛, 嘔吐を伴つた.

昭和41年1月5日, 突然失語症が現われ1月9日, 当科に入院した. 入院時は脱水状態にて全身状態は著しく悪かつた.

脳神経学的には, 両眼底にうつ血乳頭を認め, 右半身特に上肢に著明に運動麻痺が認められたが, 知覚障害はなかつた. 腱反射は全体にやや亢進し, 特に右の Hoffman 症候, 足間代等の病的反射が出現した.

腰椎穿刺にて初圧300mmH₂O, 水様透明でキサントクロミーもない. 細胞数は6/3で, 総蛋白65mg/dl, Nonne-Apelt (+) Pandy (+) 超音波検査にて右大脳半球深部に腫瘍エコーを検出するも全身状態思わしくなく副腎皮質ホルモン, マンニトール等にて姑息的療法続けるも, 右半身麻痺は増悪し右顔面神経麻痺も出現, 意識もやや混濁してきたので, 1月28日手術を施行した.

超音波検査 (Fig. 15) 耳介直上よりの検査にて第3脳室の偏位は著明で, 右に約1cm偏位している. 左大脳半球深部, 第3脳室に近く迄シャープな腫瘍エコーが続いている (M型). 腫瘍エコーの中央部はエコーを欠き, cystesの形成を思わせる. 同じM型でも明らかに Meningioma等 にみられる連続性充実性エコーと区別出来る.

手術所見 左の側頭-頭頂部の転移性脳腫瘍を疑い同部の開頭術施行, 術中超音波検査にて脳表より2cm~5cmにかけてシャープな cystic echo 検出, 脳表に切開を加え約2cmの深さより 3×3×2cm, 約16gの境界鮮明な硬い腫瘍を全摘した (Fig. 16, Fig. 17). 断面は, 中央部に cyste を形成し, 濃厚な黄褐色の液体を貯留していた.

組織学的所見 (Fig. 18) Adenocarcinoma の脳への転移.

症例3 Astrocytoma 半○貢○ 16才 男

家族歴, 既往歴. 特記すべきことなし

主訴. 頭痛, 嘔吐

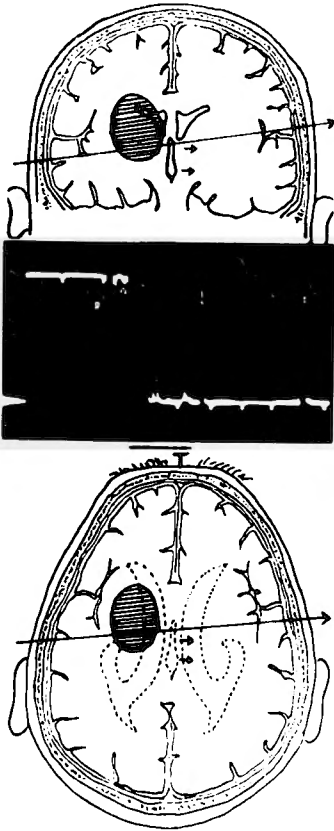


Fig. 15 症例2 術前検査

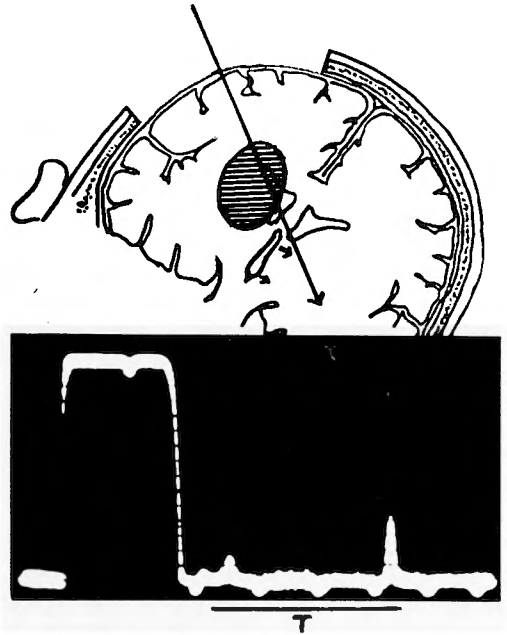
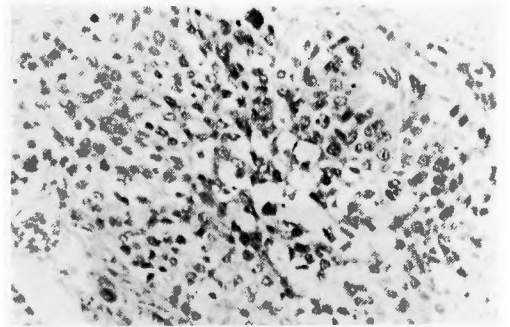


Fig. 16 症例2 術中検査

Fig. 18 組例2 組織標本 (H. E. 200×)
Metastatic Tumor (Adenocarcinoma)

現病歴並びに現症 昭和41年3月頃より頭痛が起り、早朝に著明であつた。同じ頃、強直性の痙攣が3～4回あり約1分間持続した。5月に入つて急に視力が低下、黒板の字もはつきり判読することが出来なくなつた。6月17日再び全身強直性の痙攣発作あり、意識消失した。

6月20日当科を受診、脳腫瘍の疑いで入院した。

脳神経学的には、視力の低下(右0.06, 左0.2)が著明であり、視野では両耳側半盲が認められた。眼底所見では、両眼のうつ血乳頭が認められ、出血も存在した。その他、脳神経学的には異常認めず、反射も正常で病的反射は認められなかつた。



Fig. 17 症例2 摘出組織

腰椎穿刺にて初圧 650mmH₂O 水様透明であつた。頭蓋単純写にて、指圧痕が著明で縫合の離開も存在した。又トルコ鞍も軽度に拡大し、後牀状突起の破壊が認められた。超音波検査にて第3脳室エコーの左方への偏位と、右側頭葉に腫瘍エコーを検出、頸動脈写にて同部の腫瘍を確認した (Fig. 20)。

超音波検査 (Fig. 19) 耳介直上よりの検査にて、第3脳室は左に約1cm偏位し、右側頭部に巨大な腫瘍エコーが検出される。腫瘍エコーは割合にはつきりした立上りを示す連続性の大小エコーの混在したもので、減衰は弱く音は通りやすくなっている。

境界のはつきりした、減衰の弱い柔らかい充実性の腫瘍が考えられる。

手術所見 右側頭部の巨大な glioma を考え、同部の開頭術を施行。術中超音波検査にて脳表より1cm～6cmに及ぶ連続性のあまりシャープでない腫瘍エコー (A型) が検出され、脳表に切開を加え、約1cmの深部より6×5×4cmの巨大な実質性境界鮮明な腫瘍

を摘出した (Fig. 21, Fig. 22)。

組織学的所見 (Fig. 23) Astrocytoma



Fig. 20 症例3 脳血管写

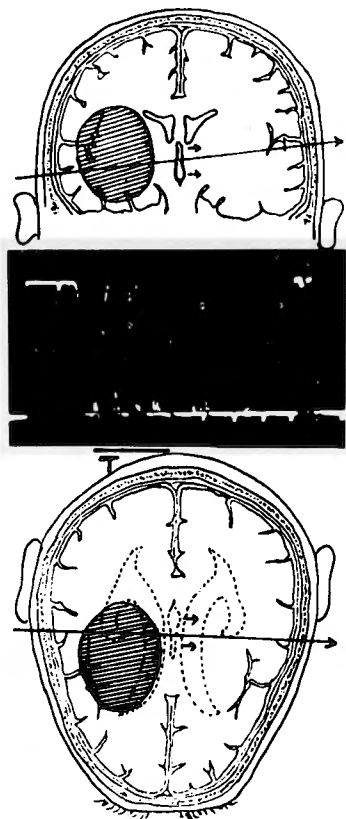


Fig. 19 症例3 術前検査

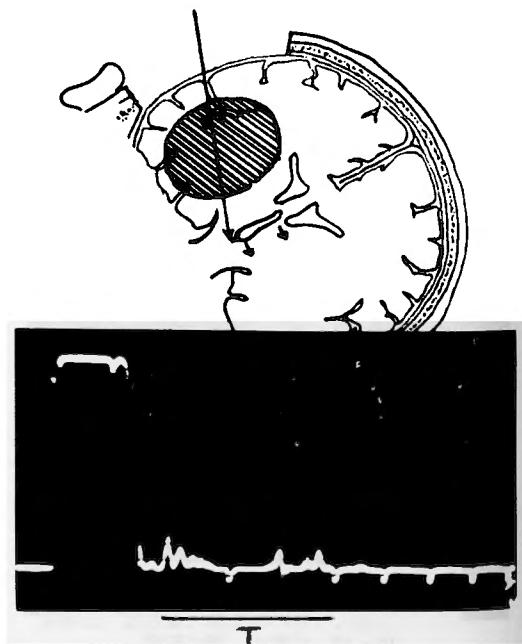


Fig. 21 症例3 術中検査

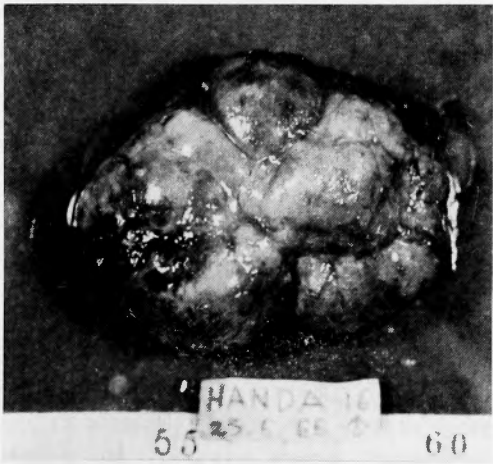
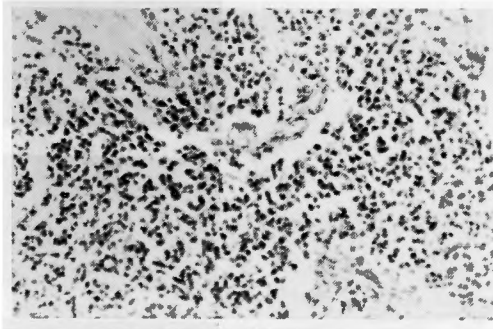


Fig. 22 症例3 摘出組織

Fig. 23 症例3 組織標本 (H. E. 200×)
Astrocytoma

症例4 Brain Abscess 永○美○子 18才 女
家族歴. 特記すべきことなし

既往歴. 3才にて右中耳炎になり以後慢性中耳炎としてしばしば医師の治療を受けていた。

主訴. 頭痛, 嘔吐

現病歴並びに現症 昭和41年2月17日夜間, 38°C前後の発熱起り頭痛が著明であつた。風邪と診断され治療を受けていたが, 次第に嘔気, 嘔吐強くなり, 3月21日髄膜炎の疑いで近所の医師に治療を受けたが, 治癒せず3月26日当科に入院した。

神経学的検査では, 両眼底の出血を伴つた著明なうつ血乳頭があり, 右聴力は, 高音, 低音共に著明に低下していた。腱反射は左半身に亢進が認められ, 左のHoffman 症候, Babinski 徴候が陽性であつた。腰椎穿刺にて初圧525mmH₂O, 3cc採取して終圧300mgH₂O, 水様透明で細胞数は27/3, N Lが21:6で, 好中球の軽度の増加がみられた。白血球数は8,800とやや増加していたが核の左方偏位は著明ではなかつた。

超音波検査にて第3脳室エコーの著しい左方への偏位が認められ, 右大脳半球にcysticな異常エコーが検出され, 脳腫瘍の疑いのもとに頸動脈写を施行した。所見としては前大脳動脈の左方への偏位があり, 右の中大脳動脈が著明に挙上されていた。(Fig. 25)



Fig. 25 症例4 脳血管写

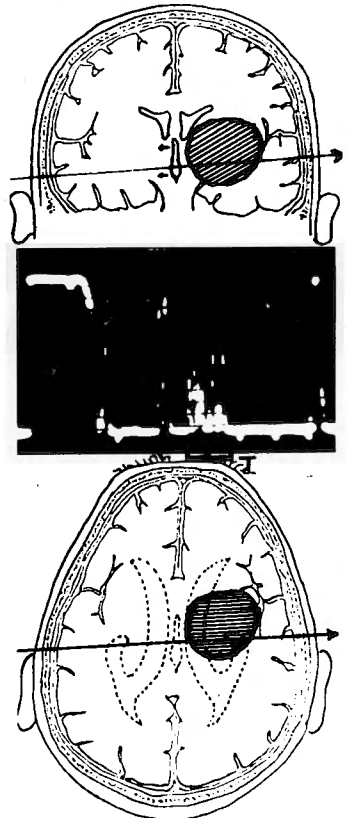


Fig. 24 症例4 術前検査

超音波検査 (Fig. 24) 第3脳室エコーの左方への偏位が約1 cmあり、右大脳半球深部、第3脳室に近く異常エコーが存在する。異常エコーの型は一部 cystic で典型的なA型エコーを示している。側頭葉深部の第3脳室近くに到達する。cystic Astrocytoma か Abscess が考えられる。

手術所見 3月8日右側頭葉深部の腫瘍と診断して右側頭穿頭術を施行した。術中検査にて約2～6 cmの範囲に cystic なA型の異常エコーを認め、同部の試験穿刺を施行するに、脳表より4 cmの深部より黄褐色の濃厚な液体約20 ccが排出された。(Fig. 26)

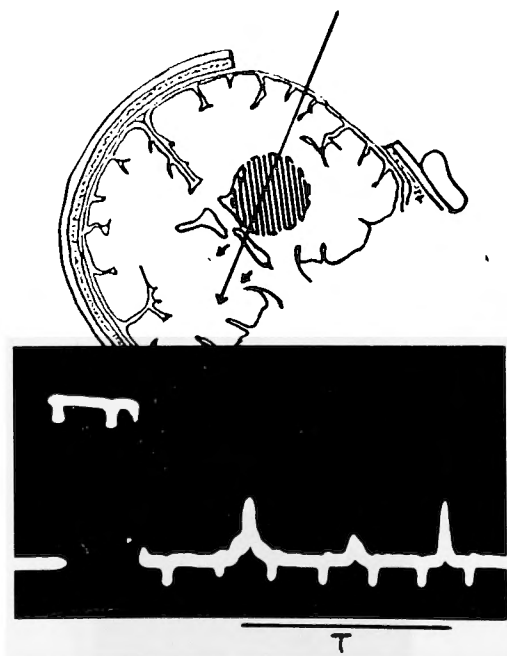


Fig. 26 症例4 術中検査

細菌培養 プロテウス

IV-2-(2) 大脳半球深部、特に第3脳室周辺の腫瘍
この部位の腫瘍は、耳介直上よりの検査で大部分検出され、その診断基準は、①脳室エコーの拡大又は消失、並びに第3脳室エコーの偏位又は消失、②腫瘍エコーの検出並びに分析、の二点が重要である。初期の Pinealoma, Craniopharyngioma 等では、腫瘍エコーの検出こそ唯一の決め手となる場合が多い。

鑑別を要するものは、(1) Pinealoma, Craniopharyngioma, supra sellar に extension した Pituitary adenoma 等の群と、(2) 第3脳室内部の腫瘍 (Papilloma 等) 及び Thalamic Tumor 等の群とがある。前者は、一般に耳

介直上よりの検索で第3脳室エコーの周辺に、いわゆる Midline Tumor として検出されるものであり、後者は同様に耳介直上より第3脳室を通過するビームを入射した時に、第3脳室の左右に、しかもこの場合は、第3脳室の偏位又は消失を示してくることにより診断されるものである。

一番重要なことは、確実に第3脳室エコーを検出し、しかもその範囲をビームの方向を前後、上下に移動させることによって適確にとらえることである⁴⁾。この際参考になることは、第3脳室の解剖学的な関係より、第3脳室エコーを耳介直上より前方に追って行くと、シャープな単相性のエコーとなり消失し、又後方に追って行くと次第に二相性に分離傾向を示し、ついには消失する事実である (Fig. 27)。更に第3脳室

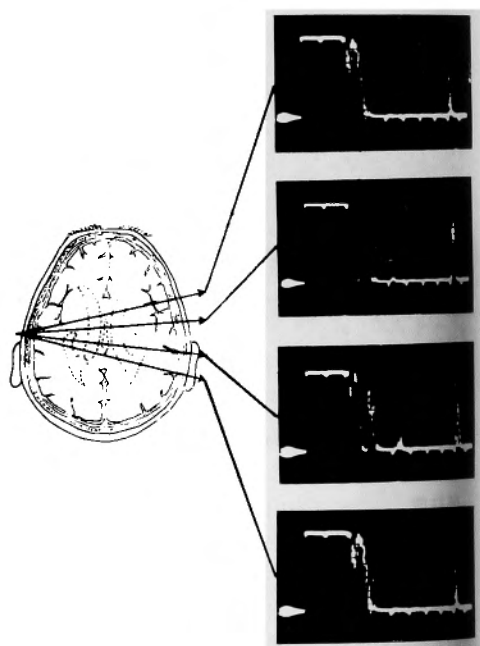


Fig. 27 超音波ビームによる第3脳室範囲の決定

エコーを上下に追求した場合も同様の現象が観察される。このエコー出現より二相性となり消失するまでの範囲が第3脳室の範囲であり、何等目標のない頭蓋内の部位を、用手的に超音波ビームにより確定するには、唯一の手がかりとなる。

症例5 Pinealoma 中○久○ 15才 男

家族歴、既往歴、特記すべきことなし

主訴、複視、頭痛

現病歴並びに現症 昭和39年9月末頃より複視

現、特に上方を向いた時に著明であつた。10月に入つて旅行中に頭痛が激しく、嘔気、嘔吐をくり返した。耳鳴も出現した。症状は次第に増悪、全身倦怠感著しく11月13日当科を訪れ、入院した。

脳神経学的検査では、視力は右0.7、左0.7視野ではマリOTT暗点の拡大があり、眼底検査で両眼の著明なうつ血乳頭が認められた。瞳孔は両側散大して対光反射もおそく、左外転神経の不全麻痺を示し Parinaud 症候もはつきりしており、自覚的には複視を訴えていた。上位を向かせた時に水平性の眼球振盪も認められた。右側の耳鳴を訴えていたが、聴力検査は、両側軽度の低音障害が認められるのみであつた。その他腱反射も正常で病的反射も認められない。知覚にも異常なく小脳症状等は全く認められなかつた。

性的な発育では、陰毛多く、陰茎の発育もやや早く、尿中 17-OHCS 排泄値は 28mg/day と著しい高値を示した。

腰椎穿刺にて 初圧が 450mmH₂O 水様透明で細胞数 0/3, Ncne-Apelt (-), Pandy (-) であつた。

頭蓋単純写にて、指圧痕は認められないが、トルコ鞍の平血状拡大と後床突突起の脱灰が認められ、特に

松果体と思われる部位に著明な石灰沈着が認められ、その範囲はかなり広範で、松果体腫瘍の存在を疑わしめた (Fig. 28)。

脳波では 2~3 c/s の monorhythmic δ が basic rhythm をなし、特に前頭部、後頭部に著明で、深部の腫瘍の存在を暗示した。

超音波検査 (Fig. 29) 左右耳介直上より第3脳室

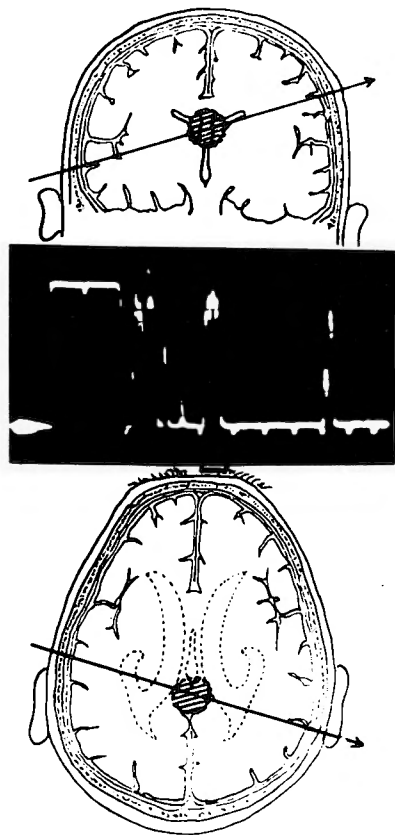


Fig. 29 症例5 術前検査

エコーを検出し、それを後方に追い、第3脳室エコーの消失する部位にてやや上方にビームを向けると連続性のシャープないわゆるM型エコーが検出される。この異常エコーはほぼ Midline に位置し、第3脳室エコーの偏位もない。部位より境界鮮明な Pineal Tumor の存在が想像される。

手術及び経過 Pineal Tumor の診断のもとに11月25日、側脳室-心房-吻合術を施行した。術後コバルト照射により Parinaud 症候も消失し、著しい石灰像の縮少を認めた。術後約2年間経過観察中であるが、患者は元気に日常生活を営んでいる。



Fig. 28 症例5 頭蓋単純写

症例6 Craniopharyngioma 糸川 忠 11才 男

家族歴、既往歴、特に記すべきことなし

主訴、両眼の視力障害

現病歴並びに現症 昭和39年7月頃より頭痛、嘔吐がおこり、近所の医師より治療を受けていたが次第に増悪、同年9月末より更に視力障害が加わり眼科医を受診、両耳側半盲を発見され、当科を紹介され来院した。

入院時は身長は發育悪く、皮膚は乾燥しザラザラしていた。性的發育には異常を認められない。

神経学的検査では、左眼視力は0で右眼の耳側半盲があり、両側の視神経萎縮が認められた。反射も異常なく病的反射も認められない。又、運動障害、知覚障害も認められない。

検査所見では、頭蓋単純写にてトルコ鞍の著明な拡大と後床状突起の脱灰、トルコ鞍上部の異常石灰像が認められた。(Fig. 30)

脳波では、汎発性の散発性 θ 波が認められた。

B. M. R. - 5%, P. B. I. 4.1 μ g/dl

17 K. S. 1.2~2.5mg/day

17 O. H. C. S. 2.1~11.5mg/day

やや下垂体の機能障害が予測された。超音波にて、頭蓋単純写の石灰沈着部と一致する部位に異常エコーが検出され、Craniopharyngioma と診断した。

超音波検査 (Fig. 31) 第3脳室の偏位はないが、耳

介直上より第3脳室エコーを検出してビームを更に前方に向けてそれを追うと、前下方で、M型の連続性エコーに移行する。M型の連続性エコーの中央部はエコーの全くない音響的に透明な cyste の存在を予想させる。一部チステを形成した Craniopharyngioma が考え

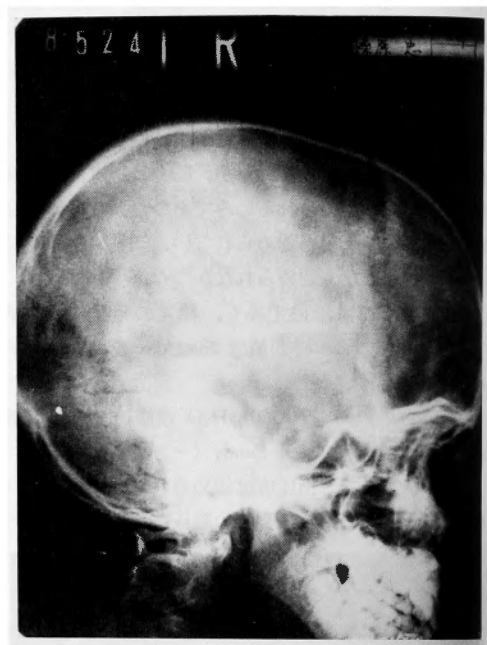


Fig. 30 症例6 頭蓋単純写

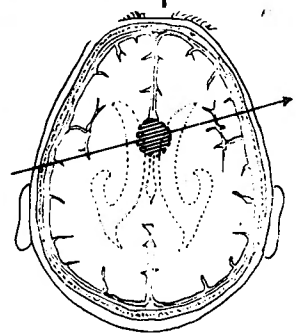
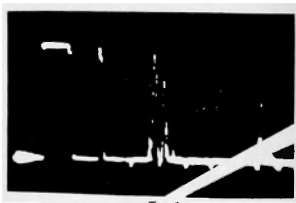
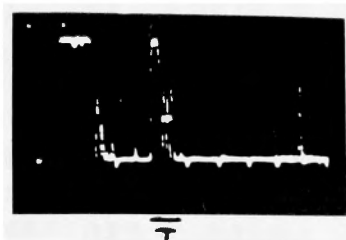
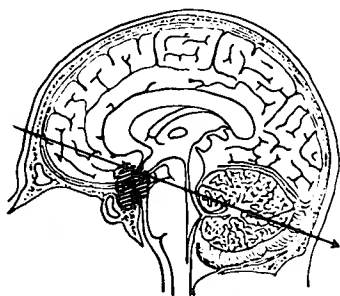


Fig. 31 症例6 術前検査

られる。

手術所見 右-前頭部開頭術施行, 硬膜上より超音波検査を施行するに, 約2.5~5.5cmの深さよりM型のcystic な異常エコーを認め硬膜を開き, 前頭部を圧排して視交叉部を検索すると, 右視神経を下方より圧排挙上し中央部に向かつて发育した鳩卵大のカプセルにつつまれた腫瘍を発見, 試験穿刺により黄褐色の混濁した液体を約7cc排除し, 更にチステ壁を形成していた腫瘍を可及的広範囲に摘出した(Fig. 32, Fig. 33).

組織診断 (Fig. 34) Craniopharyngioma

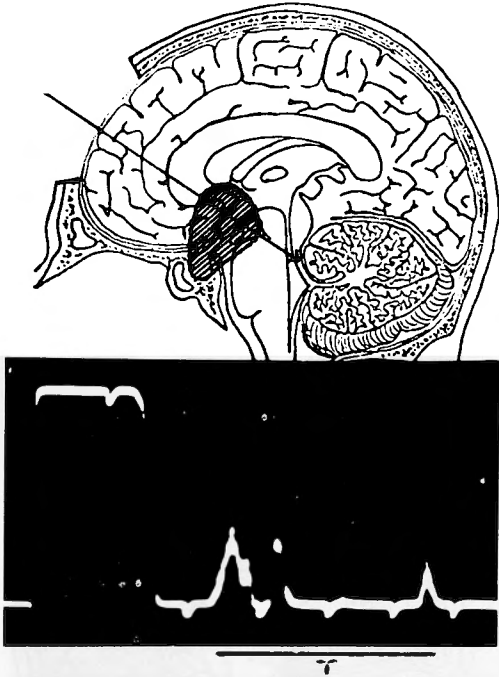


Fig. 32 症例6 術中検査



Fig. 33 症例6 摘出組織

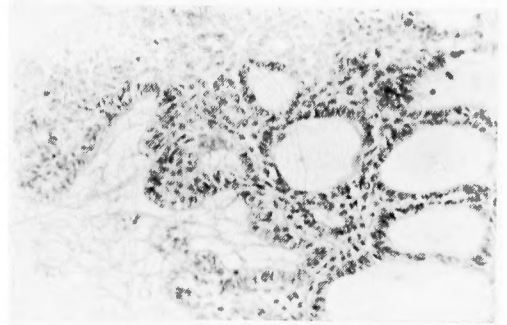


Fig34 症例6 組織標本 (H. E. 200×)

Craniopharyngioma

症例7 Pituitary Adenoma 山○恭○ 27才 男
家族歴, 既往歴. 特記すべきことなし

主訴. 視力障害

現病歴並びに現症 昭和35年末より左眼の視力が低下し始め36年の4月には全盲となった. 39年11月右眼の視力障害が始まり, 夜間頭痛を伴うことが多かった. 40年に入つても次第に視力障害は進行する一方で, 頭痛, 嘔吐をしばしば伴う様になつたので, 40年2月18日当院を訪れ入院した.

神経学的検査では, 左眼は視力0で視神経萎縮が認められ, 右眼は視力0.2で耳側半盲が明らかであつた. その他脳神経の異常はなかつた. 腱反射は全般に亢進し特に右半身に著しかつた. 右手に Hoffman 徴候が認められた.

腰椎穿刺では, 初圧 150mmH₂O. 4cc採取して130mm H₂O 水様透明で細胞数 2/3, 蛋白量 80mg/dl Nonne Apelt (±) Pandy (++) であつた.

頭蓋単純写にて, トルコ鞍の風船様拡大が認められ, 指圧痕も著明であつた. 性的な変化は, 特に認められなかつた. 超音波にて視交叉部の腫瘍を疑われ, 頸動脈写施行, 前大脳動脈起始部の挙上が認められ腫瘍の存在が予想された (Fig. 36).

超音波検査 (Fig. 35) 第3脳室の偏位はなく, 耳介直上より第3脳室エコーを前下方に追求すると中央部にM型の異常エコーが検出される. 異常エコーは, M型であるが連続性で, cystic な部分は認められない. 視交叉部の境界鮮明な充実性の腫瘍と考えられる. 前頭部よりの検査でも同様M型の異常エコーが検出された.

手術所見 右前頭部開頭術にて, 硬膜上より超音波検査を施行するに, 約3~4.5cmの範囲に連続性の異常エコー検出され, 硬膜を切開して前頭葉を圧排, 視

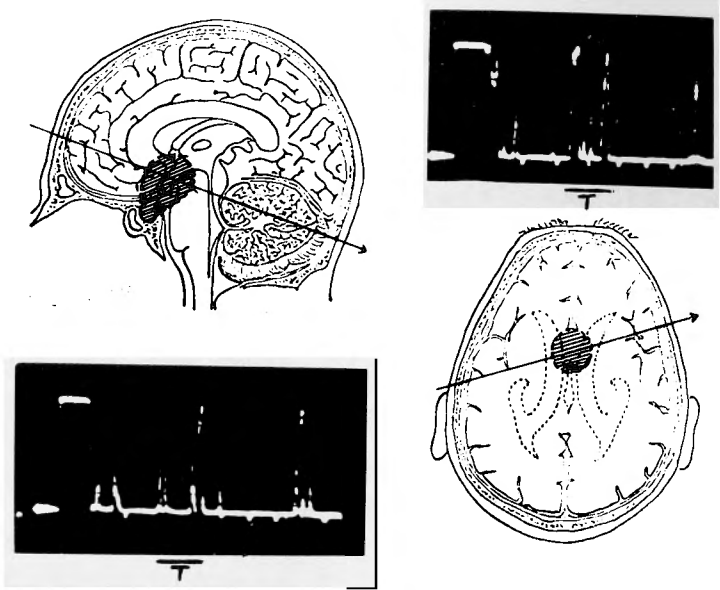


Fig. 35 症例 7 術前検査

交叉部を探索するにトルコ鞍より鞍上に発育せる腫瘍を発見, 可及的広範囲に摘除した (Fig. 37).

組織学的所見 (Fig. 38) Pituitary Adenoma (Chromophobe Type)



Fig. 36 症例 7 脳血管写

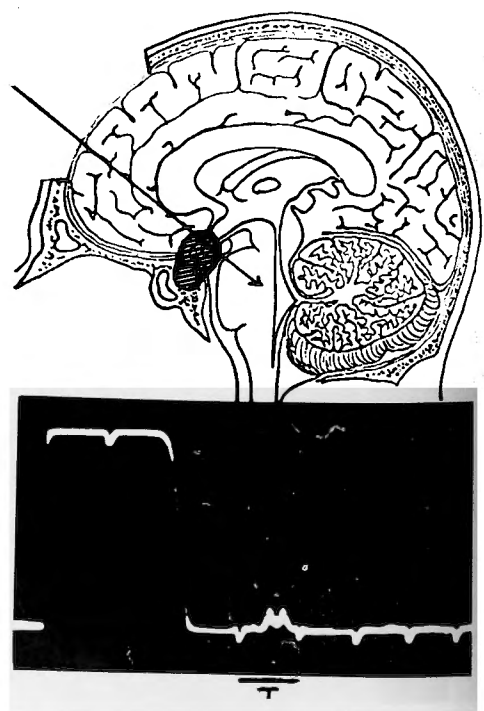


Fig. 37 症例 7 術中検査

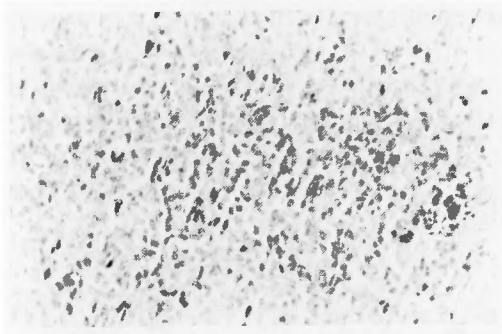


Fig. 38 症例7 組織標本 (H. E. 200×)
Pituitary Adenoma (Chromophobe Type)

症例8 Cholesteatoma 小○義○ 59才 男
家族歴、既往歴。特記すべきことなし。

主訴。左顔面痛。

現病歴並びに現症 昭和10年8月頃より頭部左半側に重苦しい様な痛みが発現し、元来血圧も高かつたので内科医を受診、軽い脳軟化症の診断のもとに内服薬の投与を受けた。41年1月頃より、左顔部、特に前額部より側頭部にかけてビリビリする様な痛みが起り始めた。2月初旬より顔面特に、左前額部疼痛は眼部周辺、及び頬部にまで拡がり、又この頃より開口時に下顎が軽度左方に偏位するのに気がついた。某病院にて頭蓋単純写を受け、トルコ鞍部に一致する石灰像を指

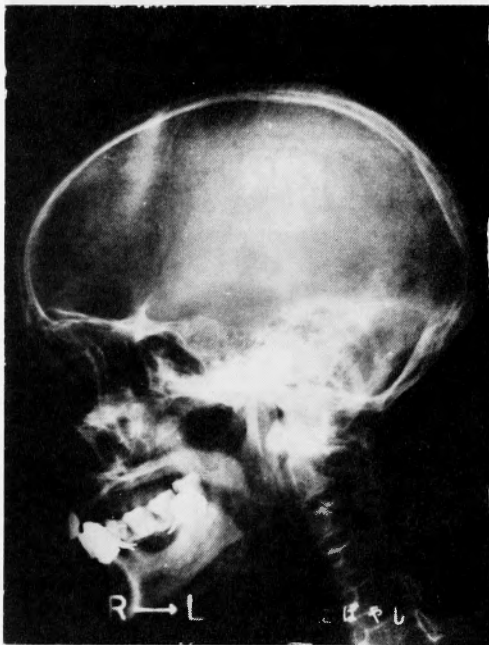


Fig. 39 症例8 頭蓋単純写

摘され、Craniopharyngioma を疑われ、4月22日当院を訪れ入院した。

神経学的所見としては、両側の遠視を認めるが視野は正常、眼底には両側に軽度のうつ血乳頭を認めた。顔面左半側の三叉神経第1、2枝領域に自覚的にはシビレ感があり、他覚的には知覚鈍麻・痛覚、触覚、温覚ともに低下)があり、左角膜反射の消失が認められた。下顎は開口時左方に偏位し、左側咀嚼筋及び側頭筋の萎縮が触知された。顔面神経麻痺は認められなかった。その他腱反射にも異常はなく病的反射も認められなかった。

腰椎穿刺では初圧 220mmH₂O、6cc 採取終圧 160mm H₂O 水様透明で細胞数 6/3 総蛋白量 80mg/dl であつた。頭蓋単純写では、側面像にてほぼトルコ鞍部に一致する石灰像が認められたが、超音波にてトルコ鞍の左方中頭蓋窩に存在する腫瘍であることが確認された (Fig. 39, Fig. 40)。

頭部断層X線写真では、トルコ鞍の左方3～4cmの

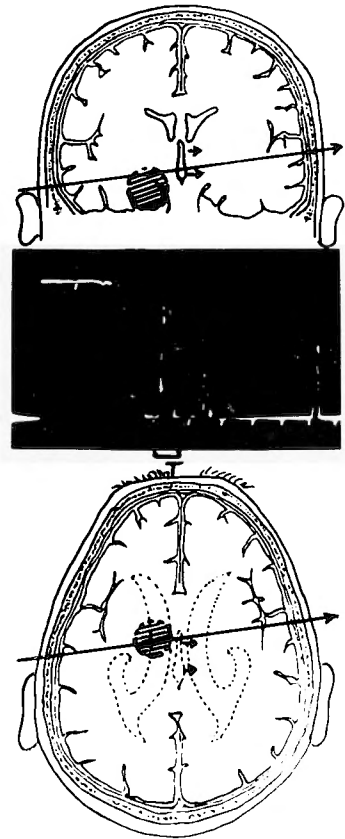


Fig. 40 症例8 術前検査

中頭蓋窩に骨の脱灰と異常化骨像が認められた。頸動脈写では、前後像で内頸動脈の $C_4 \sim C_5$ 部が著明に中央に圧排され、又その部の動脈壁には不規則な凹凸が認められた。側面像では同部の正常の彎曲がひきのばされ一直線状となつている (Fig. 41)。

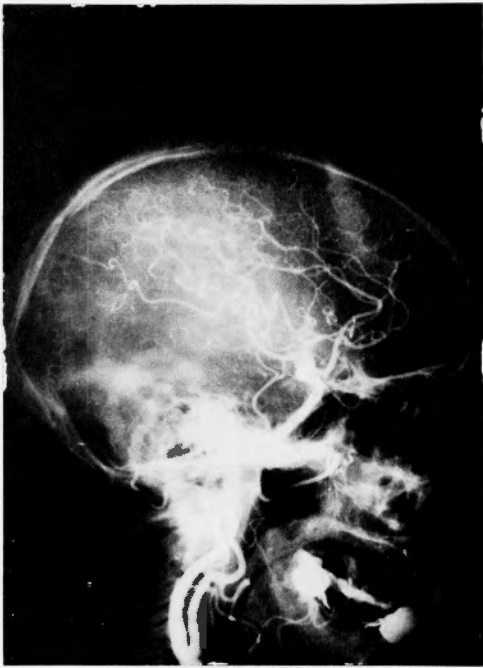


Fig. 41 症例8 脳血管写

超音波所見 (Fig. 40) 第3脳室の偏位はほとんどなく、左耳介直上よりの検査で、第3脳室の約3cm手前にM型の異常エコーが検出される。左側中頭蓋窩より発育した境界鮮明な腫瘍が考えられるが、第3脳室の偏位を示さないことよりかなりゆつくり発育した腫瘍と思われる。

手術所見 左-前側頭開頭、硬膜上より超音波検査するに深さ3.5~4.5cmの部位よりM型連続性の異常エコー検出され、硬膜を切開して側頭葉を圧排し中頭蓋窩を検索するに、中頭蓋底より硬膜を圧排挙上して発育せる拇指頭大の硬い腫瘍を発見、硬膜切開後、被膜内にて約8g摘出、被膜も出来だけ広範囲に摘除した (Fig. 42, Fig. 43)。

組織診断 (Fig. 44) Cholesteatoma

症例9 Glioblastoma 高○洋○ 4才 男

家族歴、既往歴。特記すべきことなし

主訴。痙攣、意識障害

現病歴並びに現症 昭和40年9月初旬より、頭痛、

嘔吐が出現した。同11月に入り、右手の脱力感が起り、更に11月8日早朝、全身性痙攣がありその後意識障害が続き、本院小児科に同8日夕刻入院、9日当科に転科した。神経学的には、疼痛にかろうじて反応する程度の意識障害と、散瞳、対光反射消失、高度のうつ血乳頭、右半身不全麻痺があり全身の間代性痙攣が頻発していた。

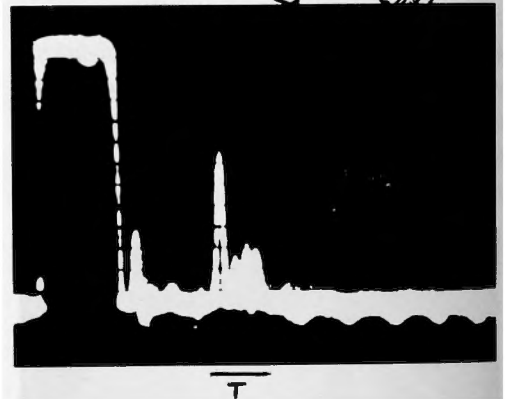
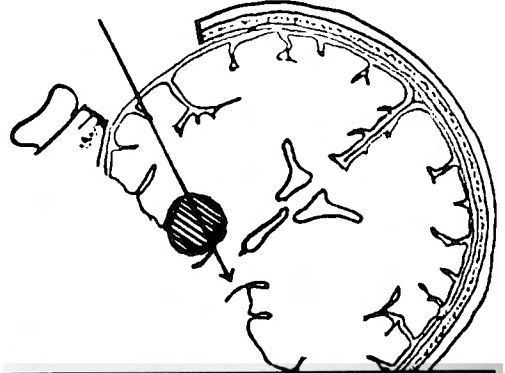


Fig. 42 症例8 術中検査



Fig. 43 症例8 摘出組織



Fig44 症例8 組織標本 (H. E. 100×)
Cholesteatoma

頭蓋単純写にて、縫合線開離が著明であつたが、指圧痕は認められなかつた (Fig. 45).

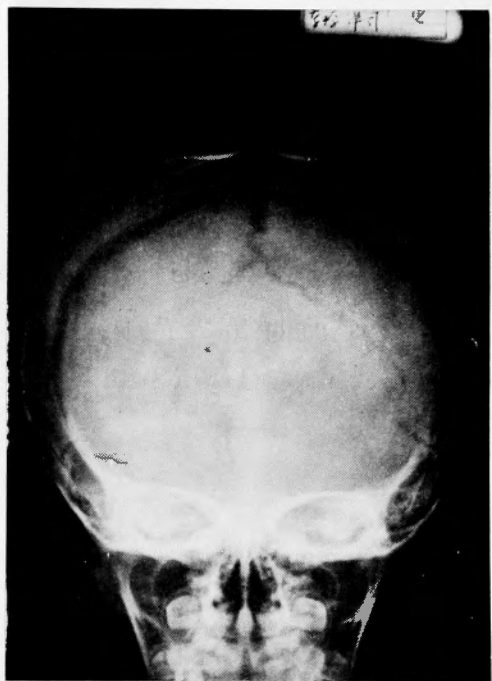


Fig. 45 症例9 頭蓋単純写

超音波検査にて左大脳半球深部、第3脳室近くに腫瘍エコーが検出され、11月11日手術を施行した。

超音波検査 (Fig. 46) 第3脳室の著明な右方への偏位があり、超音波減衰にも左右差が明らかで、左大脳半球を超音波は通りやすくなっている。左大脳半球深部、第3脳室に近くA型の連続性異常エコー検出される。同部の Glioblastoma か Astrocytoma か。

手術所見 左頭頂～側頭部開頭後、硬膜上より超音

波検査するに、約3～5cmの深部よりA型の腫瘍エコー検出、同部を試験穿刺するに、約3.5cmの深部より黄褐色の流動体約15ccを排出した。全身状態を考え穿刺のみにてV-A shuntを行ない手術を終った (Fig. 47)。

組織学的診断 Glioblastoma (穿刺液)

IV-2-(3) 後頭蓋窩の腫瘍

後頭蓋窩腫瘍の診断は、前頭部よりの検査又は、口腔内よりの検査により決定されるものが多く、診断の基準としては腫瘍エコーの検出並びに分析以外何物もない。しかし前頭部は骨が厚い為に2.25MC/Sの周波数の超音波は通過しないことが多く、この場合には1MC/Sを使用しなければならず、分解能が低下し診断は困難となる。従つて後頭蓋窩は超音波診断の weak point と云える。それを補うために口腔内よりの検査法が考察され実施されているが、まだ満足すべき成果をあげているとは云いがたい。せめても幸いなことは、小脳腫瘍は小児に多く、大人に比し、前頭骨が薄く、2.25MC/Sの超音波が通る症例が多い事実である。

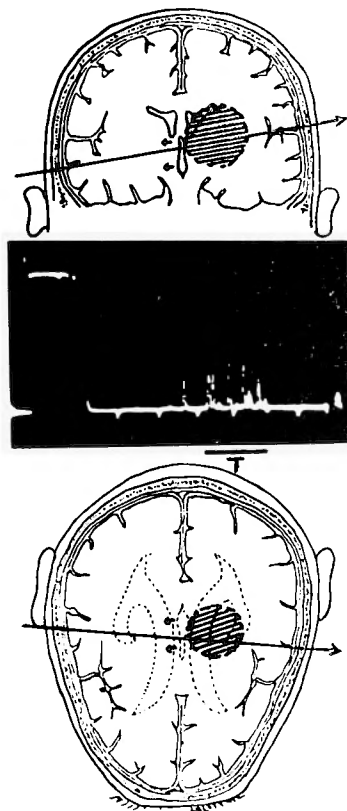


Fig. 46 症例9 術前検査

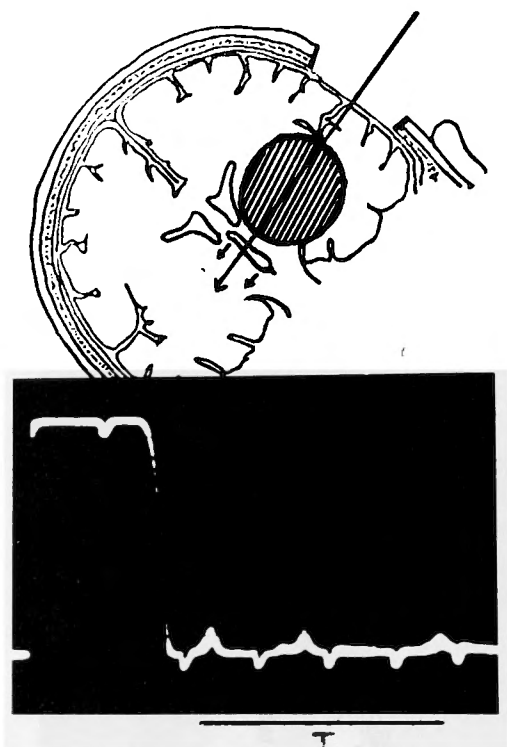


Fig. 47 症例9 術中検査

この部位で問題となる腫瘍は Acoustic Neurinoma と小脳の Medull. Ektoma 及び Astrocytoma 等である。

症例10 Acoustic neurinoma 鈴○利○ 21才 女
家族歴、既往歴、特記すべきことなし
主訴、左の難聴

現病歴並びに現症 昭和39年3月頃より左の難聴に気づき、近所の医師に相談したが大したことはないと言われ放置した。難聴は徐々に進行し40年夏頃より左側に軽度の耳鳴が出現した。又時々左側頭部に疼痛を伴う様になった。

尚、難聴の出現した39年の春頃より右側頸部、右鎖骨上部に小指頭大の割合硬い弾力性のある腫瘍があり次第に増大してくるのに気付いていた。昭和41年2月21日当外来を訪れ入院した。

神経学的所見では、左の軽いうつ血乳頭を認めるが、視力、視野には異常を認めない。又左の角膜反射の消失がある。高度な左の感音系難聴があり Recuriment(-), Nystagmus も著明で右方への水平眼振である。Caloric Test では、44°C、30°C、18°C で無反応であった。又左側の咽頭反射の減弱が認められる。腱反

頭蓋X線写真では Towne 氏法撮影 Stenvers 氏法撮影共に、内耳口の破壊開大が著しい (Fig. 48)。脳波

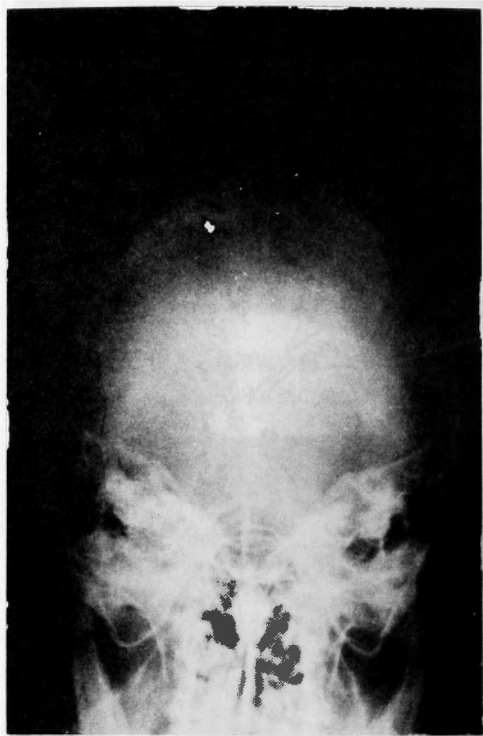


Fig. 48 症例10 Towne 氏法撮影

射に異常認めず、病的反射もない。

では Centro-parietal に slow wave がやや多い程度で著変はない。

超音波検査では後頭蓋窩に異常エコーを認め腫瘍の存在が疑われた。

2月21日右鎖骨上部の腫瘍を局所麻酔下に摘出、組織学的にレクリングハウゼンの Neurofibroma と診断された。

超音波検査 (Fig. 49) 耳介直上よりの検査では、第3脳室の偏位は認められない。

1 MC/S にて右前頭部より左後頭部に向けビームを入れると、後頭蓋窩に割合シャープな連続性のエコーが出現する。左後頭蓋窩に境界鮮明な腫瘍を疑われた。

手術所見 Acoustic Neurinoma (レクリングハウゼンの Neurofibroma) の診断のもとに3月4日、左後頭部開頭術を施行、硬膜上より術中超音波検査にて1.5~3.0cmの深部に異常エコー(M型)を検出、被膜内にて可及的広範囲に腫瘍を摘出した (Fig. 50, Fig. 51)。

組織学的所見 (Fig. 52) Neurofibroma

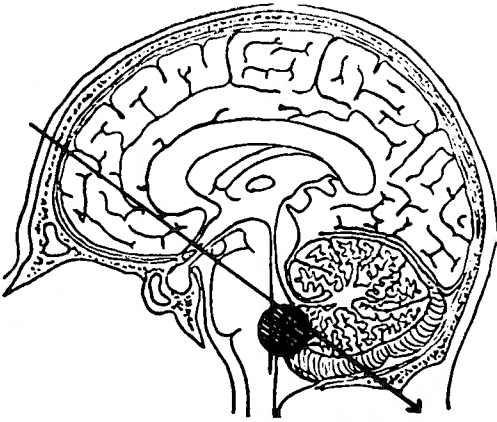


Fig. 49 症例10 術前検査

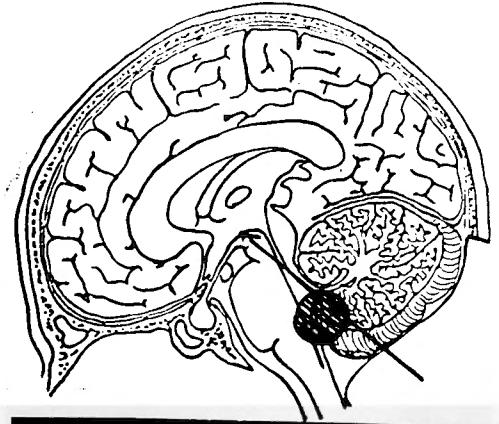


Fig. 50 症例10 術中検査

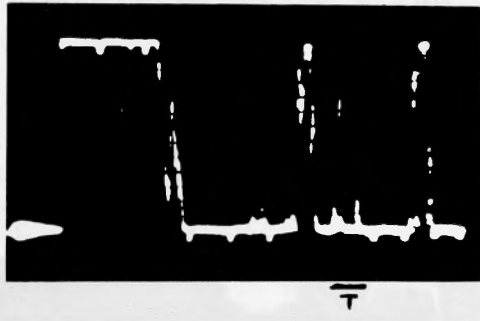


Fig. 51 症例10 摘出組織

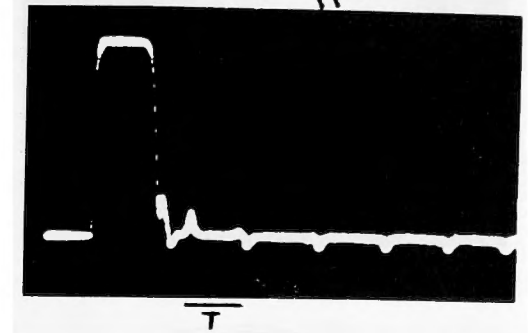


Fig. 52 症例10 組織標本 (H. E. 200×)
Acoustic neurinoma

現病歴並びに現症 昭和39年12月20日頃より後頭部痛があり時々嘔気、嘔吐を伴っていた。その頃より首を前に曲げたまま固定して歩行しているのに家族が気付いていた。自覚的には頸部痛はなかつた様である。

12月末になつて頭痛はひどくなり、嘔吐は頻発して40年1月に入ると歩行に際しよろける様になつたという。

伊豆長岡病院受診、脳腫瘍の疑いにて、当科へ紹介、1月27日入院した。神経学的には、頸部硬直が著

症例11 Cystic cerebellar astrocytoma 小○英○
12才 男

家族歴、既往歴。 特記すべきことなし
主訴。 頭痛、嘔吐、歩行困難

明に存在し両眼の明らかなうつ血乳頭が認められた。又、水平眼振、筋力の低下、Asynergia, Hypermetria等の小脳症状がそろう、深部腱反射は全身やや減弱、



Fig. 53 症例11 頭蓋単純写

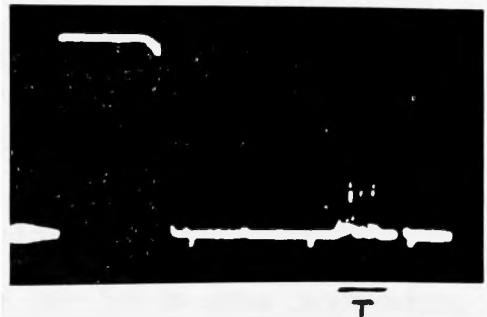
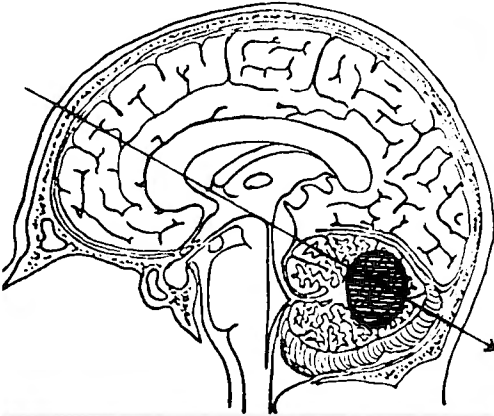


Fig. 54 症例11 術前検査

病的反射は認められなかった。

頭蓋単純写にて、縫合の開離と指圧痕が著明であり、後頭蓋窩にかなり広範に石灰沈着像が観察された。(Fig. 53)

超音波検査 (Fig. 54) 前頭部より2.25MC/Sの振動子にて探傷、底面エコーの手前、小脳部に一致して異常エコーが検出され、小脳の腫瘍が疑われた。

手術所見 1月29日 V-A shunt 施行、全身状態の改善を待つて2月1日後頭部開頭術施行。術中硬膜上

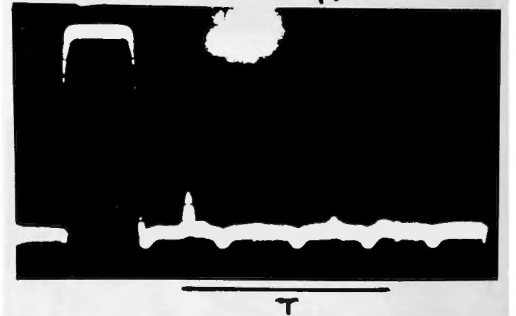
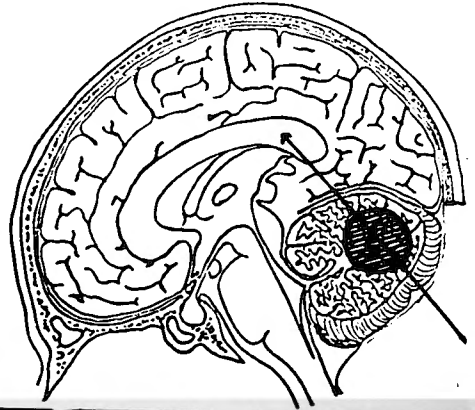


Fig. 55 症例11 術中検査

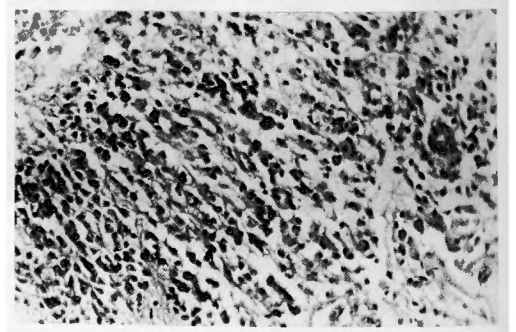


Fig. 56 症例11 組織標本 (H. E. 200)

Cystic cerebellar astrocytoma

超音波検査にて 1.5~4.0cm に cystic な異常エコー検出。試験穿刺施行、約 1.5cm の深部より黄褐色透明の水様液 48cc 排出、wall tumor の一部を除去して手術を終った (Fig. 55)。

組織学的所見 (Fig. 56) Astrocytoma

IV-2-(4) 術中診断の意義

実際脳外科手術に臨んで、皮質下に滲潤性に拡がる Glioma 系の腫瘍等では、開頭してもどの範囲にどの深さまで腫瘍が存在するのか全く判定に苦しむことが多い。従来この決定法としては、①用手による触知法②試験穿刺法、③ Selverstone, B³⁴⁾、斎藤³⁵⁾等によるアイソトープによる診断法、等が試みられて来た。しかし、用手による触知法はかなりの経験を要し、一般的に採用出来る方法とは云いがたい。試験穿刺法も腫瘍の全貌を知る為には数回くり返さねばならず、周辺脳を著しく損傷すると共に、術後の脳浮腫、脳出血の原因となりあまり好ましい方法とは云えない。それらの欠点を補う意味に於て、斎藤等のアイソトープによる診断法は優れた方法であり良好な成績をあげているが、腫瘍の種類により著しいバラツキを示すこと等局在診断をする上には困難を感じることがある。

超音波による術中腫瘍局在診断法は、従来の診断法の欠点を補い、極めて理想的な方法と云える。

即ち

- ① 硬膜上より探傷し、脳実質に何等の損傷も与えないこと。
- ② 直径 1 cm の正円以上の骨窓があれば実施可能であること。
- ③ いかなる脳腫瘍でも診断出来ること。
- ④ 腫瘍の範囲、深さ等を定量的に判定できること。
- ⑤ エコーパターンより腫瘍の性状、特にチステの存在、腫瘍の境界等の鑑別が可能であり又脳室のエコーも検出並びに鑑別できること。
- ⑥ 実施に際し、検査結果を直読出来ること。

等の、ほぼ満足すべき長所を有している。従つて腫瘍の存在の診断はもちろんのこと、その性状、種類、拡がり等が判定出来る為、摘出した方がいいかどうかの決定を容易にするばかりか、摘出したり、試験穿刺をしたりする場合にも周辺脳組織の損傷を最低限度におさえることができて、術後の経過に良好な結果をもたらすことになる。

この方法は、今後の脳神経外科領域に於けるルチンの診断手技として広く活用されるべきである。

IV-2-(5) 術後患者への応用

術前に存在した腫瘍エコーは、全剔された場合には当然のことながら術後には消失する。従つて、脳腫瘍が全剔されたかどうかを確認する為に従来行なわれた様に、危険をとまなう術後のアンギオブラフィーを施行するまでもなく超音波により確認することが出来る。又、そればかりか、術後を超音波により反復観察していくと、術後に併発する頭蓋内出血や腫瘍の再発を早期に発見することが可能で、大事にいたる前に処置できて一命をとりとめることが出来る場合が多い。

頭蓋内出血でも、術後に併発してくる場合は、硬膜外、硬膜下血腫が多い訳であるが、この際は、阿部³⁶⁾の指摘している様に、第3脳室の偏位と血腫エコーの検出が決め手となる。又時には、脳内出血を併発する場合もあるが、この際にはシャープな連続性のエコーを示し、脳腫瘍の再発によるエコーとの判別は、困難な場合がある。

しかし、術後の超音波診断に際しては、直接手術操作による異常エコーの発生も考えねばならないので、判定に当つては慎重でなくてはならない。

V 総括並びに考按

著者は、すでに確立された超音波Aスコープによる脳腫瘍の局在診断を更に進展させ、腫瘍エコーを分析することにより脳腫瘍の組織学的鑑別診断を試みるべく基礎的研究並びに臨床的検討を加えた。

超音波Aスコープによる診断に際して、脳室エコーの存在は現在疑うものもないが、脳腫瘍エコーの検出についてはなお疑問を持つものがある。

1957年、菊地、田中等¹³⁾により Midline echo は第3脳室に由来することが報告され、更に伊藤²¹⁾は1964年人大脳標本を用いそれを実験的に追試確認している。

Kazner²⁷⁾の表より頭蓋内諸組織の脳組織に対する反射率を算出し、著者の脳腫瘍の脳組織に対する反射率と比較検討してみると、脳室の反射率は2.58%で Meningioma の反射率の 2.30% と近似値を示し、臨床的に容易に検出される脳室壁エコーと同程度のエネルギーで Meningioma からの腫瘍エコーが検出されることが理解される。一方、Glioma系の腫瘍では反射率が1%以下で一旦腫瘍エコーの検出は困難の様に思われるが、実際には腫瘍中に出血巣があつたり、又は滲腫を形成していたり、石灰沈着、壊死巣等が混在していたりして、その各々が反射源となり、かなりはつきりとした腫瘍エコーを検出できる場合が多い。しか

し、全体としては Meningioma のシャープな大エコー群に比し、シャープでない連続性の小エコー群を構成している場合が多く、この事実がM型エコー、A型エコーを分類する為の重要なヒントを与えてくれたのである (Tab. 9 参照)。

腫瘍エコーに影響を及ぼす因子には、反射率の外に超音波減衰の問題がある。すでに臨床的に経験されてきた、Meningioma では超音波が通りにくくなり、Glioma ではむしろ通りやすくなる事実は、前述の測定結果より数値的にも解明されたが、脳組織中での超音波減衰が如何なるメカニズムによるかについては、今なお議論が多い。しかし、①脳腫瘍の細胞密度と超音波減衰値との間には密接な相関関係があること^{31)~33), 37), 41)}、②ホルマン固定によつても超音波減衰値に著しい変動を示さないこと⁴¹⁾、③石川の報告²³⁾にあるごとく、神経線維の方向により同一組織でも超音波減衰値が異なること、等の事実はおそらく、脳組織中での超音波減衰はその大部分は組織構造に影響されていることを示すものである。

反射率と超音波減衰値を参考に、脳腫瘍エコーを、M型、A型に分類し、それが臨床的にもかなり正確な診断率を示していることは前述したが、更に腫瘍の局在を、①大脳半球表層の腫瘍、②大脳半球深部、特に第3脳室周辺の腫瘍、③後頭蓋窩の腫瘍に分類して考え合わせると、より正確に腫瘍の種類の鑑別診断、腫瘍の構造 (主にチステの存在、石灰化の有無、境界の性状等) の予測に役立てることが出来ると考えられる。

脳腫瘍エコーの検出は、術中 5 MC/S の振動子を使用しての硬膜上よりの検査に際しては特に容易で、腫瘍の存在範囲を適確に示すことはもちろんのこと、チステの存在、その部位をも明確に示すので、腫瘍の摘出、チステよりの試験穿刺等に際しては極めて有用な方法と云える。又、腫瘍エコーの分析に当つても、頭皮上より更に典型的なM型、A型のエコーを示し、脳腫瘍の鑑別に役立つている。

以上の諸事実は、定性的な局在診断に多少とも定量的な考え方を導入して、脳腫瘍の生理の解明に何等かのいとぐちをもたらしてくれば幸いであるし、超音波Aスコープによる頭蓋内疾患診断の方向も今後は次第に、これら脳腫瘍等の頭蓋内疾患に対する頭蓋内諸現象の定量的把握の方向に進展し、脳外科領域に於ける補助診断法であると同時に観察装置として病態の解明に役立てて行くことこそ、頭蓋内疾患に対する超音

波の今後に期待される十分な活用となろう^{29), 49)}。

VI 結 語

著者は超音波による脳腫瘍の組織学的鑑別診断を可能とする為に、腫瘍組織の音響学的特異性を解明すると共に、腫瘍エコーを分析検討し臨床的に有用な結果を得た。検査には超音波パルス法Aスコープ方式 (反射法及び透過法) を採用し、使用した周波数は 1~10 MC/S である。

1) 腫瘍エコーを分析する為にエコー発生に影響を及ぼす反射率と超音波減衰値につき、各々周辺組織との比較に於いて測定した。

2) 脳腫瘍組織の反射率についてみると、Meningioma, Craniopharyngioma では超音波探傷に際し著しい反射体となるに対し、Glioma 系の腫瘍特に Astrocytoma, Glioblastoma 等では反射率のみについては周辺脳組織に比しさほど著明な差異を示していないことが判つた。

3) 脳腫瘍組織の超音波減衰値は Meningioma, Medulloblastoma, Craniopharyngioma, Metastatic Tumor, Pinealoma では周辺脳組織より高値を示し、超音波が透過しにくくなっているに対し、Astrocytoma, Glioblastoma, Oligodendroglioma, Pituitary Adenoma では周辺脳組織より低値を示し、反対に超音波が正常組織より通りやすくなっていることが判つた。

3) 超音波の組織内での減衰が如何なるメカニズムによるか種々の検討を加えた結果、脳腫瘍の超音波減衰値はその組織の細胞密度と密接な関連を持つことが判り、おそらくこの細胞密度の大小によつて影響される超音波の散乱減衰が、組織の減衰に大きな影響を与えていることは事実である。

4) 反射率と超音波減衰値の検索結果より、脳腫瘍エコーを、A型とM型に分類し、その各々を更に二型に分け、計4型の基本型を提唱し、臨床例に適應してもその組織学的診断に際し極めて有用であることが判つた。

5) 超音波Aスコープ方式による脳腫瘍の診断は特に術中検査に於て腫瘍の深さ、範囲を定量的に標示してくれると共に、その性状をも予測出来て手術の進行に極めて有効である。

6) 更に超音波Aスコープ方式は、術後患者の浮腫の消長の観察、術後出血の早期発見等に役立ち術後管理を容易にする。

著者は被検者に何等の苦痛も与えることなく頭蓋内

部を検索出来る超音波Aスコープを用い、単に局在診断にとどまらず組織学的な診断を可能にするために種々の検索を試み、以上の結果を得たがこれらの事実を臨床的に応用することは脳腫瘍患者の治療方針の決定、手術法の選定、予後の判定に極めて有用な手段になるものと信じ報告した。

本研究の一部は、昭和40年度文部省機関研究費の補助を受けたものであることを附記する。

稿を終るに臨み、脳腫瘍の音響学的測定に際し、材料を提供御協力戴いた慶応大学医学部脳神経外科工藤達之教授、同病理学小林忠義教授、虎の門病院脳神経外科、竹内一夫医長の諸氏に深甚なる謝意を表す。なお本論文要旨の一部は、第3回国際脳神経外科学会、第65,66回日本外科学会総会、第23回日本脳神経外科学会、第5,6,7回日本超音波医学研究会、第8,9,10回日本超音波医学会、更に、国際超音波学会(Erlangen)⁵⁰においてすでに報告した。

文 献

- 1) Dussik, K. T. : Über die Möglichkeit, hochfrequente mechanische Schwingungen als diagnostisches Hilfsmittel zu verwerten. Ztschr. ges. Neurolog. u. Psychiatr., **174** : 153, 1942.
- 2) Dussik, K. T., Dussik, F. and Wyt, L. : Auf dem Wege zur Hyperphonographie des Gehirnes. Wien. med. Wchnschr., **97** : 425, 1947.
- 3) Dussik, K. T. : Weitere Ergebnisse der Ultraschalluntersuchung bei Gehirnerkrankungen. Acta Neurochir., **2** : 379, 1952.
- 4) Ballantine, H. T., Bolt, R. H., Hueter, T. F. and Ludwig, G. D. : On the detection of intracranial pathology by ultrasound. Science, **112** : 525, 1950.
- 5) Hueter, T. F. and Bolt, R. H. : Ultrasonic method for outlining the cerebral ventricles. J. Acoust. Soc. Am., **23** : 160, 1951.
- 6) 菊池喜充, 田中憲二, 内田六郎 : 昭和26年文部省科学試験研究「超音波探傷器の実用化研究」報告, 1952.
- 7) 菊池喜充, 田中憲二, 内田六郎 : 超音波による頭蓋内解剖学的異常検出 (第1報) 日本音響学会誌, **8** (2) 111, 1952.
- 8) 田中憲二, 和賀井敏夫, 菊池喜充, 内田六郎 : 超音波インパルスによる頭蓋内疾患検出 (第二報) 日本音響学会研究会発表予稿, 2-9, 1953.
- 9) 田中憲二, 和賀井敏夫, 菊池喜充, 内田六郎 : 超音波インパルスによる頭蓋内疾患検出 (第三報) 日本音響学会研究会発表予稿, 102, 1953.
- 10) 田中憲二, 和賀井敏夫, 菊池喜充, 内田六郎 : 超音波インパルスによる頭蓋内疾患検出 (第四報) 日本音響学会研究会発表予稿, 103, 1953.
- 11) 田中憲二, 菊池喜充, 内田六郎 : 超音波インパルスによる頭蓋内疾患検出について (第1報) 第53回日本外科学会総会 1953.
- 12) 田中憲二, 菊池喜充, 内田六郎 : 超音波インパルスによる頭蓋内疾患検出について (第2報) 第54回日本外科学会総会 1954.
- 13) Kikuchi, Y., Uchida, R., Tanaka, K. and Wagai, T. : Early cancer diagnosis through ultrasonics. J. Acoust. Soc. Am., **29** : 7, 1957.
- 14) Tanaka, K., Kikuchi, Y. and Uchida, R. : Ultrasonic diagnosis of brain tumor. Proc. Third Int. Cong. on Acoustics. 1291, 1959. (Stuttgart)
- 15) 田中憲二, 伊藤和文, 石川 滋 : 超音波による頭蓋内疾患の診断. 総合医学, **18** : 297, 1961.
- 16) 田中憲二, 伊藤和文 : 超音波パルス法による頭蓋内疾患診断, 神経研究の進歩 **7** : 335, 1963.
- 17) 田中憲二, 伊藤和文, 石川 滋, 阿部祐一, 和賀井敏夫 : 超音波による脳腫瘍の診断. 日本臨床, **21** : 2195, 1963.
- 18) 田中憲二, 伊藤和文, 和賀井敏夫 : 超音波検査法, 外科診療, **6** : 929, 1964.
- 19) 田中憲二, 伊藤和文, 雪下国雄 : 超音波, 脳波による脳腫瘍診断の意義. 臨床放射線, **9** : 828, 1964.
- 20) Tanaka, K. and Ito, K. : Diagnosis of brain tumors by ultrasound. VII-Symposium Neuroradiologicum. (New York) 1964.
- 21) 伊藤和文 : 超音波パルス法, 特にAスコープ方式による脳腫瘍診断に関する実験的, 臨床的研究. 日本外科宝函, **33** : 770, 1964.
- 22) Tanaka, K., Ito, K. and Wagai, T. : The localization of brain tumors by ultrasonic techniques. A clinical review of 111 cases. J. Neurosurg., **23** : 135, 1965.
- 23) 石川 滋 : 生物組織特に脳組織の超音波減衰測

- 定に関する研究, 日本外科宝函, **33** : 923, 1964.
- 24) Pohlman, R., Richter, R., Parrow, E. : Über die Ausbreitung und Absorption des Ultraschalls im menschlichen Gewebe und therapeutische Wirkung am Ischias und Plexusneuralgie. Deutsche medizinische Wochenschrift **65** : 251, 1939.
 - 25) Pohlman R. : Über die Absorption der Ultraschalls im Menschlichen Gewebe und Ihre Abhängigkeit von der Frequenz. Phys. Z. **40** : 159, 1939.
 - 26) Huter, T. F., Goldman, D.E. : Tabular data of the velocity and absorption of high-frequency sound in mammalian tissues J. Acous. Soc. Amer. **28** : 35, 1956, **29** : 655, 1957.
 - 27) Kazner, E., Kunze, St. und Schiefer, W. : Die Bewertung der Echoencephalographie für die Erkennung epiduraler Hämatome. Langenbecks Arch. Klin. Chir., **310** : 267, 1965.
 - 28) Dunn, F. : Ultrasonic absorption by biological materials. Ultrasonic energy, edited by E. Kelly, Univ. of Ill. Press, Urbana, 1965.
 - 29) 伊藤和文, 石川 滋, 野中 博, 雪下国雄 : 脳神経外科疾患における超音波減衰の動態. 災害医学, **8** : 270, 1965.
 - 30) Huang, Y. S. : The cellular density in gliomas of the brain. Folia psychiat. neurol. Jap., **6**, 192, 1952.
 - 31) 田中憲二 : 超音波による脳腫瘍の診断 : 日本外科学会誌, **66** (1), 80, 1965.
 - 32) 雪下国雄, 石川 滋, 伊藤和文, 田中憲二 : 超音波による脳腫瘍の診断. 日本外科学会誌, **67** (9), 1511, 1966.
 - 33) K. Tanaka, K. Ito, S. Ishikawa, K. Yukishita and Y. Ohara : Ultrasonics in the diagnosis of intracranial space occupying lesions. Excerpta medica. **83**, 705, 1966.
 - 34) Selverstone, B. : Location of brain tumors by means of radioactive phosphorus. J. A. M. A., **140** : 277, 1949.
 - 35) 斎藤秀雄 : Needle GM 管による術中脳腫瘍の局在診断. 日本外科宝函, **34** (4), 1062, 1965.
 - 36) 阿部祐一 : 超音波 A スコープ法による頭部外傷の診断に関する研究. 一特に頭蓋内血腫の局在診断 日本外科宝函, **36** (1), 1, 1967.
 - 37) S. Ishikawa, K. Yukishita, K. Sato, K. Ito and T. Wagai : Ultrasonic attenuation in brain tissue (7th report) Relationship of ultrasonic attenuation and histological structure of tumor tissue. Japanese medical ultrasonics. **3** (1~2), 48, 1965.
 - 38) S. Ishikawa, K. Yukishita and K. Ito : Ultrasonic attenuation in brain tissue (The 5th report) Attenuation of ultrasound in brain tumor. Japanese medical ultrasonics. **3** (1~2), 33, 1965.
 - 39) K. Yukishita, K. Ehara, H. Nonaka, S. Ishikawa, K. Ito and K. Tanaka : Ultrasonics in the diagnosis of brain tumor (The 3rd report) Medical ultrasonics **4** (1~2), 59, 1966.
 - 40) 石川 滋, 勝海進一郎 : 脳組織の超音波減衰度について (第1報). 第1回日本超音波医学研究会講演論文集, 1962.
 - 41) 石川 滋, 野中博敏, 和賀井敏夫 : 脳組織の超音波減衰度 (第2報). 第3回日本超音波医学研究会講演論文集, 1963.
 - 42) 石川 滋, 野中博敏 : 脳組織の超音波減衰度 (第3報). 第4回日本超音波医学研究会講演論文集, 1963.
 - 43) 石川 滋, 野中博敏, 雪下国雄 : 脳組織の超音波減衰度 (第4報). 第5回日本超音波医学研究会講演論文集, 1964.
 - 44) 石川 滋, 雪下国雄, 伊藤和文 : 脳組織の超音波減衰度 (第5報) 病理組織について. 第6回日本超音波医学研究会講演論文集, 1964.
 - 45) 石川 滋, 雪下国雄, 佐藤 潔, 伊藤和文, 和賀井敏夫 : 脳組織の超音波減衰度 (第7報) 組織構造との関係. 第7回日本超音波医学研究会講演論文集, 1965.
 - 46) 石川 滋, 雪下国雄, 伊藤和文 : 脳組織の超音波減衰度 (第8報) 脳腫瘍組織について. 第8回日本超音波医学会講演論文集, p. 71, 1965.
 - 47) 雪下国雄, 江原一也, 野中博敏, 石川 滋, 伊藤和文, 田中憲二 : 超音波による脳腫瘍診断 (第3報). 第9回日本超音波医学会講演論文集, p. 41, 1966.
 - 48) 雪下国雄, 阿部祐一, 野中博敏, 石川 滋, 伊藤和文, 田中憲二 : 超音波による脳腫瘍の診断 (第4報). 第10回日本超音波医学会講演論文集, p. 33, 1966.
 - 49) 伊藤和文, 石川 滋, 野中博敏, 阿部祐一, 雪下国雄, 田中憲二 : 脳神経外科疾患における超音波減衰度の動態—超音波による術後管理—脳と神経, **17** (3), 255, 1965.
 - 50) Yukishita, K., Tanaka, K. and Ito, K. : Ultrasonic diagnosis of brain tumors. Zusammenfassung und der Vorträge Internationales Symposium über Echo-Encephalographie. (Erlangen). p. 14, 1967.